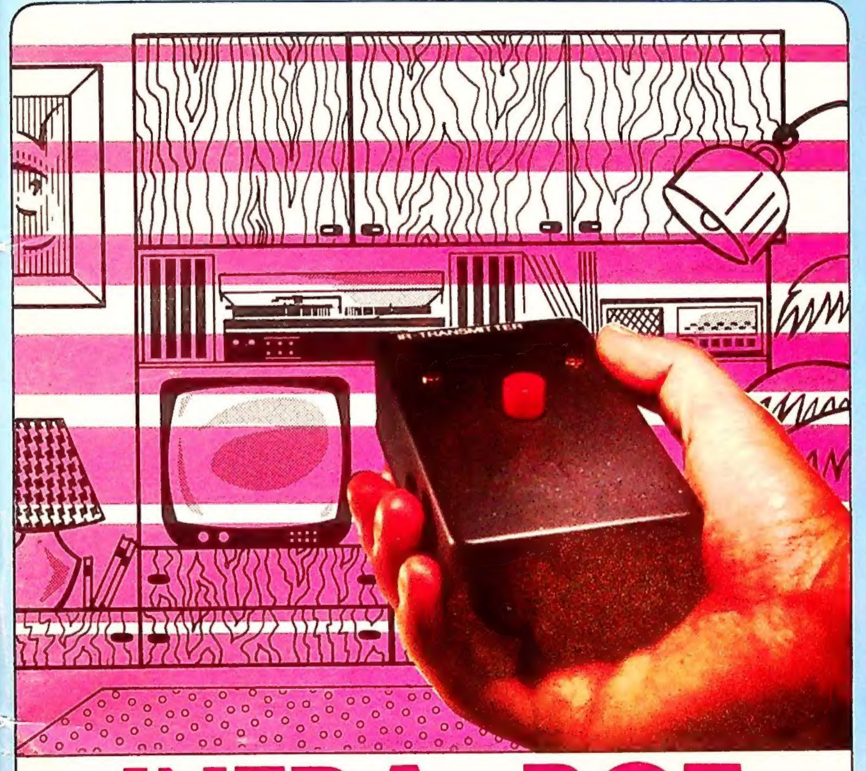
Populäre Elektronik

G 4460 EX

August 1978

8/78

DM 3,–
ös 25,–/sfr 3,50/lfr 52,–



INFRA-ROT

Schalten auf Abstand

Populäre Elektronik



3. Jahrgang Nr. 8, August 1978 – Populäre Elektronik erscheint monatlich

Redaktion und Grafische Gestaltung:
K. Becher, J. Kattekamp, W. Leiner, J. Palmen, J. Pas, J. Verstraten
Ständige freie Mitarbeiter:
W. Back, A.F. Hartfiel, W.F. Jacobi, F. Scheel
Verlags– und Anzeigenleiter:
H. Krott
Verlag, Redaktion und Anzeigenverwaltung:
DER PE–Verlag–GmbH, Postfach 1366, 5063 Overath
Telefon: 02206/4242
Geschäftszeiten:
Montag–Freitag 8.30–12.00 und 12.30–17.00 Uhr.
Konten:
Postscheckkonto Köln 295790–507, Kreissparkasse Köln, Zweigstelle Overath/HeiligenhausNr.039/001227
Abonnement:
Siehe Bestellkarte in dieser Ausgabe. Kündigung zum Jahresende ist jederzeit möglich.
Anzeigen:
Es gilt Anzeigenpreisliste Nr.4.
Vertrieb:
IPV Inland Presse Vertrieb GmbH, Wendenstr. 27–29, 2000 Hamburg 1.
Druck:
Locher KG, 5000 Köln 30.
Printed in Germany, Imprime en Allemagne.
Auslandsvertretungen:
Österreich: Messner Ges.mbH, Liebhartsgasse 1, A1160 Wien, Tel.: 0222/925488,951265
Schweiz: SMS–Elektronik, Köllikerstr. 121, 5014 Gretzenbach, Tel.: 064/414 155.

In dieser Ausgabe:

Langfristig planen...



..............ist wichtig. Warum nicht auch für ein Abonnement von

POPULÄRE ELEKTRONIK.

Mit der nebenstehenden Bestellkarte können Sie **POPULÄRE ELEKTRONIK ab der nächsten Ausgabe (Septemberheft) bis Ende 1979 (Dezemberheft), also 16 Hefte** abonnieren.

Das Abonnement ab der **Ausgabe September 1978 bis Ende 1979 kostet DM 39,50,** einschließlich MwSt, Porto-und Versandkosten.

Wichtig! Wenn Sie bereits Abonnent von P.E. sind, so benutzen Sie diese Bestellkarte bitte nicht. Sie erhalten von uns rechtzeitig eine Zahlungsmitteilung für das Abonnement 1979.

Die nächsten Anzeigenschlußtermine:

Septemberausgabe 24.Juli 1978
Oktoberausgabe . . . . 21. August 1978
Novemberausgabe. . . .25. September 1978
Dezemberausgabe . . . . . 16. Oktober 1978

Markenhalbleiter

AUSZUG

AC 117k	1,09	BD 187	1,74	BF 115	1,45
AC 121	0,61	BD 188	3,70	BF 117	1,80
AC 122	0,66	BD 189	3,77	BF 167	0,72
AC 125	1,36	BD 190	4,25	BF 173	0,97
AC 126	1,42	BD 201	2,30	BF 177	1,40
AC 127	1,35	BD 202	2,52	BF 178	1,12
AC 128	1,32	BD 203	2,43	BF 179	1,12
AC 128k	1,46	BD 204	2,63	BF 180	1,32
AC 151r	1,23	BD 226	1,60	BF 184	1,20
AC 152	1,45	BD 227	1,68	BF 185	1,20
AC 135k	1,71	BD 228	1,68	BF 194	0,50
AC 178	0,72	BD 229	1,75	BF 195	0,50
AC 187k	0,78	BD 230	1,87	BF 196	0,89
AC 188	0,72	BD 231	1,96	BF 198	0,47
AC 188k	0,78	BD 232	2,58	BF 199	0,44
BC 107A	0,43	BD 233	1,20	BF 200	1,36
BC 107B	0,43	BD 234	1,29	BF 224	0,53
BC 108A	0,44	BD 235	1,29	BF 225	0,95
BC 108B	0,44	BD 236	1,41	BF 240	0,41
BC 108C	0,50	BD 237	1,37	BF 241	0,41
BC 109B	0,51	BD 238	1,53	BF 351	2,93
BC 109C	0,51	BD 239	1,34	BF 352	3,34
BC 140-6	0,78	BD 239B	1,53	BF 353	3,05
BC 140-10	0,78	BD 239C	1,97	BF 379	2,21
BC 140-16	0,80	BD 240	1,42	BF 414	1,41
BC 141-10	0,78	BD 240B	1,68	BF 147	1,00
BC 141-16	0,84	BD 240C	2,04	BF 418	1,12
BC 147A	0,33	BD 241	1,46	BF 422	1,12
BC 147B	0,39	BD 241A	1,60	BF 423	1,23
BC 148A	0,31	BD 241B	1,68	BF 440	1,41
BC 148B	0,33	BD 241C	2,02	BF 441	1,41
BC 149B	0,36	BD 242	1,57	BF 450	0,57
BC 149C	0,36	BD 242A	1,68	BF 451	0,57
BC 157A	0,59	BD 242B	1,81	BF 457	0,57
BC 157B	0,60	BD 252C	2,13	BF 458	0,87
BC 158A	0,58	BD 243	1,68	BF 459	0,90
BC 158B	0,58	BD 243A	1,80	BF 494	0,62
BC 159B	0,58	BD 243B	1,84	BF495	0,62
BC 160-6	0,79	BD 243C	2,31	BF 523	0,76
BC 160-10	0,80	BD 244	1,85	BF 540	0,72
BC 160-16	0,84	BD 244A	1,80	BF 594	0,48
BC 161-6	0,79	BD 244B	2,13	BF 595	0,48
BC 161-10	0,80	BD 244C	2,48	BF 657	1,41
BC 161-16	0,84	BD 245	2,02	BF 659	1,63
BC 167A	0,33	BD 245A	2,13	BF 679	2,12
BC 167B	0,34	BD 245B	2,31	BF 900	2,32
BC 168A	0,32	BD 245C	2,57	BF 905	2,58
BC 168B	0,30	BD 246	2,21	MJ 900	3,18
BC 168C	0,34	BD 246B	2,48	MJ 901	3,29
BC 169B	0,36	BD 246C	2,76	MJ 1000	3,29
BC 169C	0,39	BD 249	3,92	MJ 1001	3,38
BC 170A	0,33	BD 249B	4,39	MJ 2500	3,38
BC 170B	0,33	BD 249C	4,72	MJ 3000	3,47
BC 170C	0,33	BD 250	4,20	MJ 3001	3,57
BC 171B	0,33	BD 250B	4,53	1N4002	0,18
BC 172A	0,33	BD 250C	4,90	1N4003	0,19
BC 172B	0,33	BD 253	6,50	1N4004	0,19
BC 172C	0,33	BD 253A	6,88	1N4005	0,20
BC 173B	0,33	BD 253B	7,30	1N4006	0,21
BC 174A	0,35	BD 253C	7,80	1N4007	0,24
BC 174B	0,35				

Elkos uF/Volt

1/40	0,44	100/63	0,66
1/100	0,44	100/100	0,84
2,2/25	0,44	220/16	0,49
2,2/63	0,44	220/25	0,62
2,2/100	0,44	220/40	0,69
4,7/40	0,44	220/100	1,51
4,7/63	0,44	470/25	0,74
4,7/100	0,44	470/40	0,95
10/40	0,44	470/100	2,31
10/63	0,44	1000/25	1,09
10/100	0,44	1000/40	1,59
22/40	0,44	1000/63	2,07
22/63	0,54	2200/25	2,16
22/100	0,54	2200/40	2,97
47/40	0,47	2200/63	3,41
47/63	0,54	4700/25	3,30
47/100	0,66	4700/40	4,46
100/25	0,50	4700/63	5,99
100/40	0,54		

Siemens Metall-Kondensatoren MKN -250 Volt Rastermaß 7,5mm

1nF	0,24	15 nF	0,25
1,5 nF	0,24	18 nF	0,24
2,2 nF	0,24	22 nF	0,24
3,3 nF	0,24	27 nF	0,24
4,7 nF	0,24	33 nF	0,24
6,8 nF	0,24	39 nF	0,24
8,2 nF	0,24	47 nF	0,24
10 nF	0,24	56 nF	0,32
12 nF	0,24	68 nF	0,32
		82 nF	0,32
		100 nF	0,32
		0,12 uF	0,47
		0,15 uF	0,47
		0,18 uF	0,47
		0,22 uF	0,47

Rastermaß 10 mm

22 nF	0,24	100 nF	0,34
33 nF	0,24	150 nF	0,37
47 nF	0,24	220 nF	0,50
68 nF	0,24	330 nF	0,51
		470 nF	0,66

Zenerdioden, ca.0,5 Watt „ZF"
0,8/1,4/2,4/2,7/3/3,3/3,6/3,9/4,3/4,7/5,1/5,6/6,2/6,8/7,5/8,2/9,1/10/11/12/13/15/16/18/20/22/14/27/30/33/36/39/43/47/51/56/62/68/75 Volt . . . Stück 0,28

Zenerdioden, ca. 1Watt „ZD"
3,3/3,6/3,9/4,3/4,7/5,1/5,6/6,2/6,8/7,5/8,2/9,1/10/11/12/13/15/16/18/20/22/24/27/30/33/36/39/47/56/62/68/82/ Volt . . . Stück 0,62

Zenerdioden ca. 10Watt „ZX"
4,7/5,6/6,2/7,5/8,2/10/12/15/ und 27 Volt pro Stück . . . 2,80

Leuchtdioden
rot – gelb – grün
3mm . . . 0,39
5mm . . . 0,39
Montagering für LED
3mm . . . 0,11
5mm . . . 0,17

Siemens-LED-Anzeige
8mm 3,69
10mm 3,83 A/K gemeinsame
13,5mm 4,23 Anode/Kathode
18mm 4,95

Hochlast-Drahtwiderstand
5,9,11,17 Watt je 47 Werte axial und vertikale Bayformen(Keramik) 0,50/0,67/0,97/1,30

Markenlötzinn
250g Rolle auf Spulenkörper 1mm oder 1,5mm . . . 8,90

Solide Entlötpumpe Schweizer-Spitzenfabrikat . . . 23,74

QualitätsBausteine
NF-Verstärker, Eingangsspannung 100mV
Musikleistung 4Watt Verst. . . . 11,14
Musikleistung 8Watt Verst. . . . 21,50
Musikleistung15Watt Verst. . . . 32,37
Musikleistung44Watt Verst. . . . 44,74
Musikleistung136Watt Verst. . . . 95,20

Mini-Relais für gedr. Schalt. 1UM
G 2 E 6 Volt . . . 5,32
G 2 E 12 Volt . . . 5,32

IC-Sockel;

IC-Sockel
8 GS rund . . . 1,88
10 GS rund . . . 1,90
GS 8 DIL . . . 0,41
GS 14 DIL . . . 0,48
GS 16 DIL . . . 0,53
Superflach
GS 14F DIL . . . 0,55
GS 16 F DIL . . . 0,62

Feinsicherungen
flink 5x20 mm
0,1/0,125/0,16/0,2/0,25/0,315/0,4/0,5/0,63/0,7/0,8/1,25/1,4/1,6/1,8/2/2,5/3,15/4/5/6,3/8/10 Ampere
träge
0,1/0,125/0,16/0,2/0,25/0,315/0,4/0,5/0,63/0,7/0,8/1/1,25/1,4/1,6/1,8/2/2,5/3,15/4/5/6,3/8/10 Ampere
per Stück . . . 0,23
bei einer Abnahme von 10 Stück pro Type.

C-MOS

4001	0,75	4049	1,88
4011	0,75	4071	0,87
4015	3,66	4076	6,43
4017	3,66	4081	0,87
4028	3,26	4093	3,84
4030	1,93	4511	6,51
4042	3,32	4528	3,84
4047	3,29	4539	3,84

Brückengleichrichter
B 25 C 300 . . . 0,62
B 40 C 600 . . . 1,40
B 40 C 1500 . . . 1,53
B 80 C 1500 . . . 1,65
B 40 C 3200 . . . 2,35
B 80 C 3200 . . . 2,74
B 40 C 5000 . . . 3,34
B 80 C 5000 . . . 3,57

HANSA
ELECTRONIC

Postfach 3161, 2940 Wilhelmshaven, Telefon 04421/501 532



electronic-hobby-shop



Bestückungssortimente - Bausätze - Bauelemente

Kaiserstraße 20 5300 Bonn 1 Telefon 0 22 21 63 99 90

NEUheiten

Aus P.E.-4/78
Logic-Probe
Bausatz einschl. Bauteilen lt.P.E.-Stückliste und Platine original P.E.
PE 0478-01

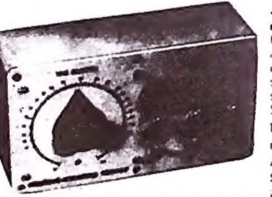
Logic-Probe
Bausatz einschl. Bauteilen lt.P.E.-Stückliste und Platine original P.E.
PE 0478-01 . . . . **DM 12,90**

Logic-Probe wie oben jedoch mit Hirschmann-Prüfspitze Prüf 1
PE 0478-02 . . . . **DM 16,80**

Aus P.E.-5/78
Peace-Maker
Bausatz mit samtlichen Bauteilen, Platine und Gehäuse Teko P2
PE 0578-01 . . . . **DM 22,50**

Peace-Maker wie oben, jedoch ohne Gehäuse,PE 0578-02. . . . . **DM 18,50**

Aus P.E.-6/78(diese Ausgabe)
Digital-Analog-Timer
Kompletter Bausatz bestehend aus allen Bauteilen lt. Stückliste, P.E.-Platine und Gehäuse mit bedruckter Frontplatte.
PE 0678-01 . . . . **DM 78,00**
Komplettpreis=Sparpreis, hierDM 5,50
auch einzeln erhältlich sind:
Bauteile hierzu PE0678-02 **DM48,50**
P.E.-Platine hierzu PE0678-03 **DM18,00**
Gehäuse hierzu PE 0678-04 **DM 17,00**



L.E.D.S.
sämtliche Bauteile plus Platine
PE 0678-11 . . . . **DM 14,80**
Komplettpreis=Sparpreis hier DM1,90
Bauteile hierzu PE 0678-12 **DM 9,80**
P.E.-Platine hierzu PE 0678-13 **DM 6,90**

Sensorschalter
sämtliche Bauteile einschl. P.E.-Platine
PE 0678-21 . . . . **DM 18,90**
hier DM 2,95
Bauteile hierzu PE 0678-22 **DM11,65**
P.E.-Platine hierzu PE 0678-23 **DM10,20**

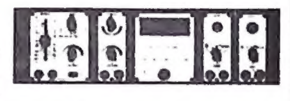
Aus P.E. 7/78
Würfeln mit Goliath
Bauteile lt. Stückliste in diesem Heft
PE 0778-21 . . . . **DM 13,80**
Orig. PE-Platine PE 0778-22. . . . DM 6,10

Elektronisches Tauziehen
Kompletter Bausatz mit allen Bauteilen,PE-Platine und Gehäuse,PE 0778-31 .**DM 64,80**
Bauelemente lt. Stückliste in diesem Heft
Platine und Gehäuse,PE 0778-31 .**DM 64,80**
Bauelemente lt. Stückliste in diesem Heft
PE 0778-32 . . . . **DM 47,50**
Orig. Platine PE 0778-33. . . . . . **DM 14,25**
Gehäuse TEKO P/3. . . . . **DM 5,85**

Aus P.E.-Heft 8/78(Diese Ausgabe).
H.E.L.P. Preis auf Anfrage
Zener-Tester Preis auf Anfrage
INFRAROT
Sender/Empfänger Preis auf Anfrage.

ehs-INFO
Mit dem aktuellen Informations Blatt sind Sie immer auf dem neuesten Stand! Liefermöglichkeit, Preise und Tips, Übersicht der Bauvorschläge in der Fachpresse, Bauteilangebote - senden Sie uns **DM 1,–** in Briefmarken und Sie erhalten die neuesten Ausgaben

Bitte beachten Sie unsere Mindestbestellmenge von **DM 20,-** .Unser vollständiges Angebot mit P.E.-Bausatzen entnehmen Sie auch der Anzeige in P.E. 4/78, Seiten 4 – 6.



Messmodule
Sinusgenerator

Alle übrig. Module ab Lager lieferbar

Kompletter Bausatz mit Bauteilen, orig. P.E.-Platine und Frontplatte **DM 54,00**
Komplettpreis=Sparpreis,hier . DM 4,90
Einzelpreise lt. Anzeige in P.E.4/78.

Rechteckzusatz
komplettes Bauteilesortiment incl. P.E.-Platine und Frontplatte **DM 33,85**
Einzelpreise lt. Anzeige in P.E.4/78.

Digital–Voltmeter
bestehend aus Bauteilen für DVM-Modul und DC-Volt-Vorteiler einschl. beider Platinen und Frontplatten orig. P.E.
PE 0678-31 . . . . **DM128,00**
auch einzeln erhältlich: **DM74,50**
Baut.DVM-Modul PE0678-32
Baut. DC-Volt PE0678-33 **DM12,90**
Platinensatz DVM-Modul und DC-Volt PE0678-34 **DM19,35**
Frontplatte DVM PE0678-35 **DM19,50**
Frontplatte DC-Volt PE0678-36 **DM9,15**

Ohm-Vorsatz
Kompletter Bausatz mit Bauelementen, P.E.-Platine und Frontplatte
PE 0778-11 . . . . **DM 32,50**
Bauteile einzeln PE 0778-12. . . . **DM 15,90**
Orig.PE-Platine PE 0778-13 . . . . **DM 7,85**
Frontplatte PE 0778-14 . . . . . . **DM 10,20**



VAT SECUTRONIC



Zu heiß zum Anfassen

Unter den technischen Hobbys nimmt die Elektronik einen der vorderen Plätze ein, wenn man die möglichen Beschäftigungsarten nach Kriterien wie: Nützlichkeit der zustandegebrachten Geräte und des aufgebauten Wissens, technologischer „Drive" u.ä. ordnen wollte.

Angefangen hat alles vor ca. 50 Jahren mit der Röhrenempfänger-Bastelei. Schon damals mußte man eine Prüfung ablegen, um die „Audion-Versuchserlaubnis" zu erlangen. HiFi, Stereo, Digitaltechnik, Computer, E-Orgeln usw. waren noch Science Fiction. Damals ging es mehr ums Basteln und Probieren, heute dagegen ist HF-Kommunikation ein Feld, auf dem sich Hobbyelektroniker kaum noch betätigen; gefunkt und empfangen wird mit Industriegeräten, dies gilt besonders für den CB-Bereich.

Dafür gibt es mindestens zwei Ursachen:

1. HF-Geräte lassen sich — mit wenigen Ausnahmen — nur unter Aufwand von viel Sachverstand und teuren Meßmitteln zum Funktionieren bringen;

2. selbst wenn die Geräte dann das tun, was man erreichen wollte, sind sie nicht unbedingt o.k., weil die Bundespost strengste technische Vorschriften für Fernmeldeanlagen durchgesetzt hat und kaum ein Amateur in der Lage ist, sein selbstgebautes Gerät auf Einhaltung der Vorschriften zu untersuchen. Wenn eine Betriebsgenehmigung erforderlich ist, kann man am besten so früh wie möglich verzweifeln.

Aber auch der Erwerb, die Errichtung und der Betrieb von fertig gekauften Sende- und Empfangseinrichtungen sind nicht unproblematisch. Der Fall unseres Lesers H.K. ist keineswegs ein besonderer:

Er hatte einen fertigen UKW-Empfänger für den Frequenzbereich 20 MHz...200 MHz gekauft, wie er auch in einer P.E.-Anzeige angeboten wurde. Eingehandelt hat er sich gleichzeitig ein Ermittlungsverfahren der Staatsanwaltschaft und eine Hausdurchsuchung. Wir dürfen aus seinem Schreiben zitieren:

„Aufgrund dieser Erfahrung möchte ich Ihnen empfehlen, Ihre Leser über die Rechtslage auf diesem Gebiet zu unterrichten."

„...daß nicht einer Ihrer Leser so harmlos wie ich in eine so unangenehme und kostspielige Falle stolpert."

So streng also sind die Sitten. In Deutschland sind industriell gefertigte Funkempfangsgeräte jeglicher Art nur dann zum Betrieb zugelassen, wenn sie eine FTZ-Nummer auf dem Typenschild aufweisen (Prüfnummer des FernmeldeTechnischen Zentralamtes der Bundespost).

Über die restriktive Haltung der Post kann man gut oder schlecht denken. Sofern es etwa um die Einführung des Kabelfernsehens geht — und hier insbesondere um die brisante Frage der Beteiligung privater Programmmacher — ist die Meinung gar eine politische. In solchen Fragen braucht P.E. keinen Standpunkt zu beziehen, hier geht es um Schaltungen. Wir sind für einen sauberen Äther, aber nicht Hüter des Gesetzes. Die strengen Bestimmungen stellen jedoch eine HF-„Schallmauer" dar, und wir wissen auch, wo sie liegt: Empfangen ja, und zwar die postalisch zugelassenen Bereiche, Senden nein. Das meiste, was über einen KW-Empfänger (Hitparade Platz 6) und einen FM-Tuner, an den man im Rahmen der HiFi-Modulserie denken könnte, hinausgeht, erfordert einen HF-Spezialisten im Labor, einen HF-Meßplatz und einen heißen Draht zu einem spezialisierten Anwaltsbüro. Das alles geht derzeit über unsere Verhältnisse.

Infrarot- oder Ultraschall-Senden ist auch ganz schön. Vom richtigen Senden oder gar von Nachbrennern lassen wir lieber die Finger: zu heiß zum Anfassen.

ZENER Tester

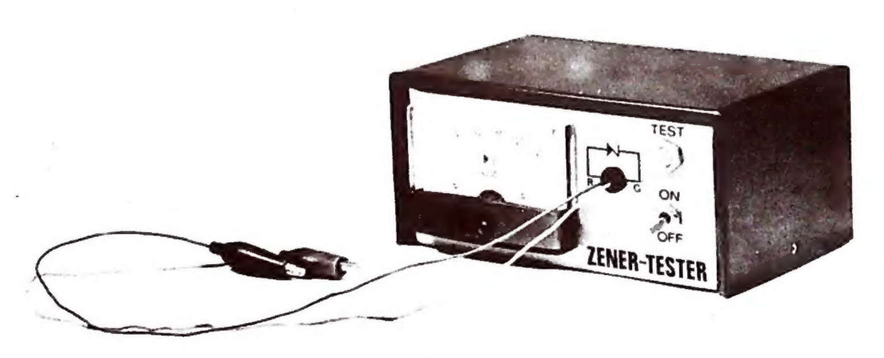
Wer schon mal experimentiert hat, kennt das: hier einen Widerstand austauschen, dort ein zusätzliches C einlöten, anderswo den Transistor-Typ wechseln usw. Dann entdeckt man vielleicht, daß die Schaltung ihr Soll nicht erfüllt, weil einer der Transistoren grundsätzlich leitet; seine Basisspannung geht nicht unter z.B. 3 Volt, sie müßte aber auf Werte unter 0,7 Volt abnehmen. Mit einer Zenerdiode zwischen Steuerpunkt und Basis ist das Problem am schnellsten gelöst; Z-Spannung etwa 3,3 Volt oder 4,7 Volt – was man gerade findet. Also ein Griff in den Vorrat an Z-Dioden. Was zeigt sich? Der Aufdruck ist bei den meisten Exemplaren nicht mehr zu entziffern, die Dinger hat man zu oft angefaßt, ein- und wieder ausgelötet. Das ist in vielerlei Hinsicht ärgerlich, denn um die Z-Dioden zu untersuchen, muß man das Instrument, mit dem man gerade arbeitet, aus der Experimentierschaltung nehmen, ein Netzteil freimachen, eine Reihenschaltung aufbauen aus einem Widerstand und - nacheinander - den unbekannten Dioden. Nach zehn Minuten hat man die richtige gefunden.

Für dieses Problem gibt es jetzt den Z-Tester, ein Meßgerät, mit dem man innerhalb von 5 Sekunden weiß, ob eine Z-Diode in Ordnung ist, wo Anode und Kathode liegen und wie hoch die Zenerspannung ist.

DAS MESSPRINZIP

Bild 1 enthüllt das elektrische Verhalten von Zenerdioden. Ein solches Bauelement ist zunächst eine gewöhnliche Diode, wenn man die Anode mit dem Pluspol, die Kathode mit dem Minuspol einer Spannungsquelle verbindet. In Flußrichtung, wie diese Betriebsart heißt, mißt man über den Anschlüssen der Z-Diode eine Spannung von ca. 0,7 Volt, wie bei einer ganz gewöhnlichen Siliziumdiode.

Diese Betriebsart ist jedoch für eine Z-Diode nicht vorgesehen. Dieses Bauelement wird nämlich in Sperrichtung betrieben, mit ei-



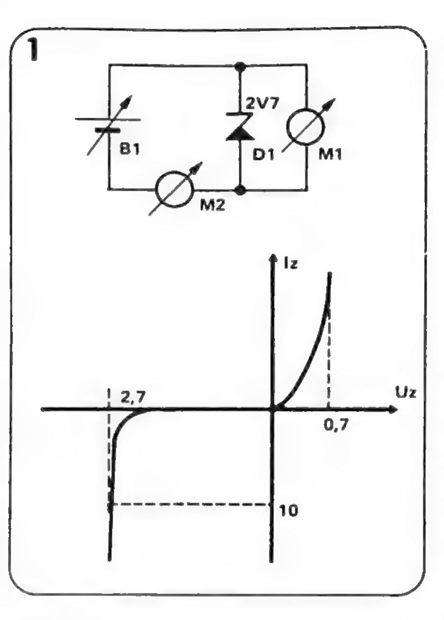


Bild 1. Meßschaltung zur Bestimmung der Kennlinie einer 2,7 Volt-Zenerdiode (oben). Eine Z-Diode wird in Sperrichtung betrieben, die Grafik zeigt diesen Bereich links unten.

ner negativen Spannung an der Anode, während die Kathode positiv ist. Solange die in der Sperrichtung angelegte Spannung niedrig ist, passiert nichts, der Halbleiter sperrt, wie alle Dioden in dieser Betriebsweise. Läßt man die Spannung ansteigen, so kommt ein Punkt, bei dem durch die Z-Diode plötzlich Strom fließt. Wie hoch die Spannung sein muß, damit das passiert, hängt vom Typ ab.

Bei diesem Experiment muß im Stromkreis ein Widerstand liegen, der dafür sorgt, daß der Strom in der Z-Diode auf einen ungefährlichen Wert begrenzt wird, sonst ist es schnell aus mit ihr. (Die üblichen Z-Dioden haben eine Verlustleistung von 400 Milliwatt. Da die Leistung das Produkt aus Z-Spannung und Strom durch die Diode ist, kann man den maximal zulässigen Strom sehr einfach ausrechnen).

Ist der Meßaufbau dank des Strombegrenzungswiderstandes „sicher", so bleibt beim weiteren Erhöhen der Speisespannung (B1 in Bild 1) die Z-Diode o.k., und es zeigt sich ihre typische Eigenschaft: Die Spannung über ihren Anschlüssen bleibt fast konstant.

Auf dieser Eigenschaft basieren fast alle Anwendungen. Bei der Herstellung wird die Zenerspannung bestimmt, es gibt Typen in dem weiten Bereich zwischen ca. 2 Volt und über 100 Volt. Es gibt somit für fast jeden Wert, auf den eine Spannung stabilisiert werden soll, die passende Z-Diode.

Die Z-Spannung wird jedem Exemplar bei Herstellung in schönen schwarzen Ziffern aufgedruckt. Die rasante Entwicklung in der Elektronik hat aber nicht zur Verbesserung der Tinte geführt: Nach mehrmaligem Anfassen ist der Aufdruck weg. Die Laborpraxis zeigt, daß an allen Fabrikaten der Zahn der Zeit nagt, was die Typenkennzeichnung betrifft – die Halbleiter selbst sind meist noch voll tauglich.

Ein Z-Tester ist deshalb ein nützliches Labor-Gerätchen, zumal es sehr zeitraubend ist, jedesmal einen Meßaufbau ähnlich Bild 1 vornehmen zu müssen, um einige Exemplare zu testen. In Bild 1 liegt übrigens anstelle des strombegrenzenden Widerstandes ein Meßinstrument M2 im Stromkreis, mit dem der Strom überwacht wird. M1 dient zur Anzeige der gemessenen Z-Spannung.

BLOCKSCHALTUNG DES Z – TESTERS

Die Zenerspannung ist nicht ganz so konstant, wie es nach der Lektüre des vorigen Abschnittes den Anschein haben könnte. Die Spannung hängt nämlich etwas von der Höhe des Stromes ab, der durch das Bauelement fließt, dies zeigt sich auch an der leichten Neigung der Kurve im linken unteren Quadranten der Grafik in Bild 1.

Will man Z-Dioden ordentlich messen, dann

ist es erforderlich, einen definierten Strom durch den Halbleiter einzustellen. In den Datenblättern der Halbleiter-Hersteller wird die Z-Spannung meistens für Stromwerte von 5 oder von 10 Milliampere angegeben.
Bild 2 zeigt das Meßprinzip des Z-Testers. Der Stromkreis besteht aus der Spannungsquelle B1, einer Konstantstromquelle und der unbekannten Z-Diode Dx. Das Voltmeter M1 liegt an den Anschlüssen der Z-Diode, es zeigt somit die gesuchte Z-Spannung an.

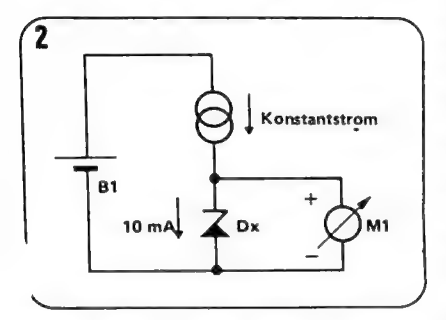


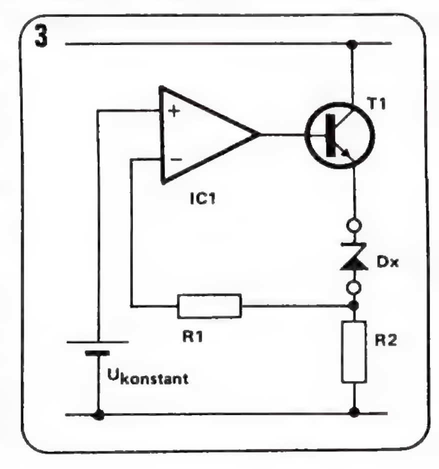
Bild 2. Für die schnelle Bestimmung der Zenerspannung ist es zweckmäßig, einen Konstantstrom durch die Diode fließen zu lassen.

Die Ausführungsform des Gerätes ergibt sich aus der Funktion: Ein Kästchen, das innen die Elektronik enthält, auf der Frontplatte ein Zeigerinstrument. Zwei Kabel, an deren Enden sich je eine Krokodilklemme befindet, stellen die Verbindung zwischen der zu testenden Z-Diode und der Elektronik her.

DIE KONSTANTSTROM – QUELLE

Der Strom durch die Z-Diode soll möglichst konstant sein, aber diese Forderung ist nicht so zu verstehen, daß es auf einen bestimmten Stromwert und dessen hochgenaue Beibehaltung unter allen Betriebsumständen des Testers ankommt; vielmehr ist es hier wichtig, daß der gewählte Standard-Meßstrom immer fließt, unabhängig davon, ob der Testling eine Z-Spannung von 3,3 Volt oder 22 Volt hat.
Die zu prüfende Z-Diode bildet zusammen mit ihrem strombegrenzenden Vorwiderstand die Last im Konstantstromkreis; diese Last ist, wie sich zeigen wird, sehr veränderlich.
In einem Meßaufbau nach Bild 1 hängt der Strom in sehr starkem Maße von der Zenerspannung der gerade eingesetzten Diode ab. Das ist logisch. Besteht der Stromkreis nur aus Spannungsquelle, Z-Diode und Vorwiderstand, so steht am Vorwiderstand die Differenz aus Speise- und Zenerspannung. Aus dieser Differenzspannung und dem Widerstandswert errechnet sich nach dem Ohmschen Gesetz der Strom. So ist es leicht einzusehen, daß der Strom einen wesentlich höheren Wert hat, wenn die Z-Spannung nur z.B. 3,3 Volt beträgt statt z.B. 24 Volt. Eine Konstantstromquelle anstelle der einfachen Spannungsquelle sorgt dafür, daß der Meßstrom von der Zenerspannung unabhängig ist.

Bild 3. Die Konstantstromquelle besteht aus einem OpAmp mit nachgeschaltetem Emitterfolger. Dx liegt im Emitter-Stromkreis.





Es gibt mehrere Schaltungsprinzipien für den Aufbau einer Konstantstromquelle. Die hier gewählte Lösung ist nicht die einfachste, aber eine sehr brauchbare.
Bild 3 zeigt das Schaltungsprinzip. IC1, ein OpAmp, ist als Differenzverstärker geschaltet, am Ausgang des ICs liegt ein Emitterfolger mit T1. Die unbekannte Zenerdiode Dx und ein Vorwiderstand liegen in der Emitterleitung von T1. Die Spannung, die an dem Vorwiderstand R2 auftritt, liegt am negativen, invertierenden Eingang des OpAmps. Am positiven Eingang liegt die konstante Festspannung Ukonst.
Der OpAmp stellt seine Ausgangsspannung so ein, daß die Differenzspannung zwischen seinen beiden Eingängen sehr gering ist. Somit stellt sich auch am invertierenden Eingang die Spannung Ukonst ein. Läßt man Widerstand R1 vorübergehend unbeachtet und betrachtet ihn als Kurzschluß, dann hat auch die Spannung über R2 denselben Betrag Ukonst.
Daraus läßt sich nun messerscharf der Schluß ziehen, daß der Strom durch Widerstand R2 ein Konstantstrom sein muß: Eine konstante Spannung (Ukonst) über einem, in seinem Wert festliegenden Widerstand erzeugt einen Konstantstrom durch diesen Widerstand. Dieser Strom fließt vom Pluspol über die Kollektor/Emitter-Strecke von T1, die zu messende Z-Diode und den Widerstand R2 nach Masse. Der OpAmp stellt sich immer so ein, daß die Spannung am oberen Ende von R2 den Betrag Ukonst hat.
Ein Zahlenbeispiel: Der Standard-Zenerstrom für die Messung soll 10 Milliampere betragen, die Konstantspannung am positiven OpAmp-Eingang beträgt 3,3 Volt.
Der OpAmp sorgt über seinen Ausgang und die Rückkopplung zum negativen Eingang dafür, daß die Spannung an R2 ebenfalls den Betrag 3,3 Volt hat. Der Widerstandswert ist zu bestimmen. Das Ohmsche Gesetz hat für diesen Fall die Form:

$$R = \frac{U}{I}$$

Mit den Zahlenwerten des gewählten Beispiels:

$$R = \frac{3{,}3 \text{ Volt}}{10 \text{ Milliampere}}$$

$$R = 330 \text{ Ohm}$$

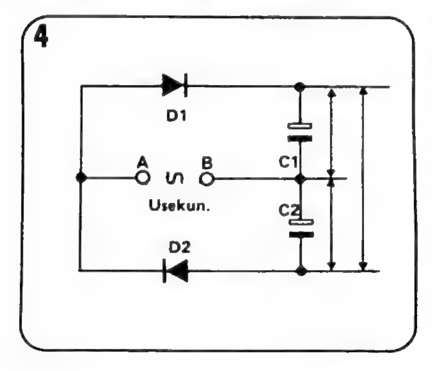
Nimmt man einmal an, der Strom durch die Z-Diode und R2 wollte aus irgend einem Grund abnehmen, dann verhält sich die Schaltung wie folgt: Die Spannung über R2 verringert sich, zwischen den beiden Eingängen des OpAmps tritt eine Differenzspannung auf. Der OpAmp erhöht dann seine Ausgangsspannung. Die Basis des Emitterfolger-Transistors kommt auf höheres Potential, am Emitter steigt die Spannung um denselben Betrag. Nun steht an der Reihenschaltung Dx/R2 eine höhere Spannung, so daß der Strom in dieser Kette steigt. Die Schaltung wirkt damit der ursprünglich angenommenen Abnahme des Stroms entgegen.
Auf die gleiche Weise läßt sich zeigen, daß die Schaltung den Strom auch dann konstant hält, wenn irgendwelche Einflüsse eine Zunahme des Stroms herbeiführen könnten.
Die Eingänge des OpAmps sind sehr hochohmig. Der Strom, der zwischen dem invertie-

renden Eingang des OpAmps über R1 und R2 fließt, ist so gering, daß der Spannungsfall über R1 in der Betrachtung vernachlässigt werden kann.

STROMVERSORGUNG

In in den meisten Fällen ist für die Beschreibung der Stromversorgung für eine einfache Schaltung kein gesondertes Kapitel erforderlich. Hier jedoch gibt es eine Besonderheit, weil nicht eine gewöhnliche Ausführung mit „Gleichrichterbrücke und Elko“ verwendet wird. Bild 4 zeigt das Prinzip der gewählten Speisung.
Mit A und B sind die Anschlüsse der Sekundärwicklung des Netztrafos bezeichnet. Die Schaltung besteht aus zwei Gleichrichterkreisen mit getrennten Ladekondensatoren.
Die beiden Elkos C1 und C2 sind in Reihe geschaltet, so daß sich die erzeugten Gleichspannungen addieren.
Wenn Punkt A im Verlauf der aufeinanderfolgenden positiven und negativen Halbwellen der Wechselspannung gerade positiv ist, dann leitet die Diode D1, wobei der Elko C1

Bild 4. Das Netzteil des Zener-Testers arbeitet mit Spannungsverdoppler-Schaltung, um mit einem gängigen Printtrafo die hier erforderliche Speisespannung erzeugen zu können.



auf die Trafospannung geladen wir (Spitzenwert). Diode D2 sperrt während dieser Halbwelle.
Während der nächsten Halbperiode leitet D2, Diode D1 sperrt nun, C2 wird geladen.
Über jedem Elko steht somit die Gleichspannung, die ein einzelner Gleichrichterkreis auch erzeugen würde. Mit den Elkos sind auch die beiden Spannungen in Reihe geschaltet; es handelt sich hier um eine Spannungsverdoppler-Schaltung.

GESAMTSCHALTUNG

Bild 5 zeigt, wie einfach die vollständige Elektronik des Z-Testers ist.
Links im Bild das soeben besprochene Netzteil. Dank der Spannungsverdopplung entsteht aus der 8 Volt-Sekundärspannung des Netztrafos (Effektivwert) eine Gleichspannung von ca. 25 Volt (Spitzengleichrichter).
Natürlich würde eine einfache Gleichrichterschaltung auch genügen, es wurden aber die Sekundärspannungen der gängigen Print-Netztrafos berücksichtigt, so daß es wenig oder keine Beschaffungsprobleme geben dürfte.
Die Referenzspannung Ukonst wird auf übliche Weise über eine Z-Diode (D3) mit Vorwiderstand (R1) erzeugt. Ein Elko C3 sorgt für zusätzliche Siebung der Referenzspannung.
Für den Widerstand R2 gilt das, was weiter vorne über R1 in Bild 3 (R3 in Bild 5) gesagt wurde.
Die endgültige Ausführung der Meßschaltung enthält wenig Neues. Als Anzeigeinstrument wurde ein 1 Milliampere-Typ gewählt. Ampere-Meter haben einen niedrigen Innenwiderstand, hier wird aber ein Volt-Meter benötigt, und Voltmeter sollten möglichst hochohmig sein.
Deshalb liegt in Reihe zu dem Instrument ein Vorwiderstand, er besteht aus einem Festanteil R6 und einem Trimmer R5. Mit dem Trimmer wird das Instrument geeicht.

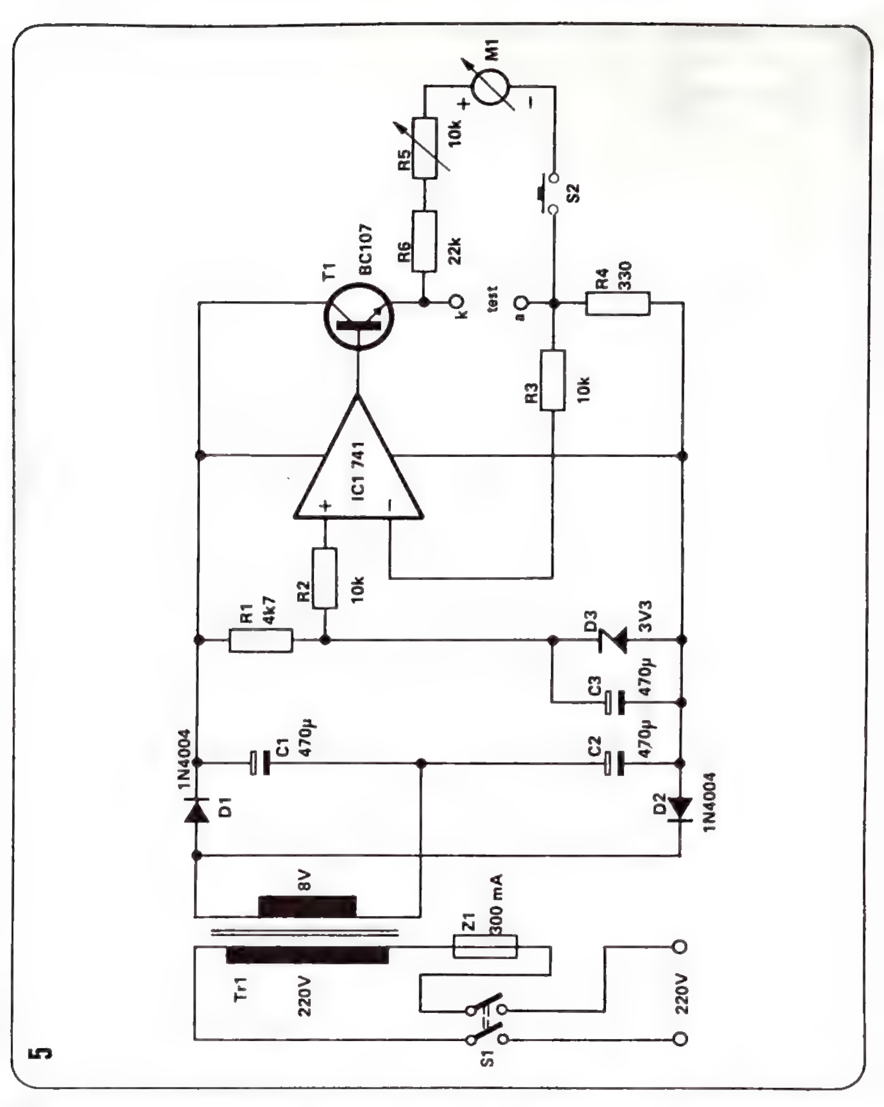


Bild 5. Gesamtschaltung. Die Z-Diode wird bei „Test" (Punkte A und K) angeschlossen.

Stückliste

WIDERSTÄNDE 1/4 WATT

R1	= 4,7 k-Ohm
R2, R3	= 10 k-Ohm
R4	= 330 Ohm
R5	= 10 k-Ohm, Trimmer
R6	= 22 k-Ohm

KONDENSATOREN

C1, C2	= 470 µF, 25 V, RM 7,5
C3	= 470 µF, 6 V, RM 5

HALBLEITER

D1, D2	= 1 N 4004
D3	= Z-Diode 3,3 V/400 mW
T1	= BC 107
IC1	= 741, Mini-DIL

SONSTIGES

Tr1	= Printtrafo 8 V, SPK 2230/8
Z1	= Feinsich., 315 mA mittel
M1	= Instr. 1 mA, Monacor PM2 o.ä.
S1	= Netzschalter, 2 x EIN
S2	= Miniaturtaster, 1 x EIN
1	x Sicherungshalter Print, RM 25
1	x Kühlstern für T1
8	x Lötstifte RTM
8	x Steckschuhe RF
1	x IC-Fassung DIL 8
1	x Print-Kabelklemme, 2pol.

Den Taster „Test“ drückt man, nachdem die zu untersuchende Z-Diode mittels der Krokodilklemmen angeschlossen wurde. Es ist wichtig, daß der Meßkreis normalerweise unterbrochen ist; solange nämlich kein Prüfling im Konstantstromkreis liegt, zeigt das Instrument praktisch die Speisespannung an, die über dem Vollausschlag des Instrumentes liegen kann.

BAUHINWEISE

Der Selbstbau eines so einfachen Gerätes dürfte kaum Probleme machen. Auch der Print (Bild 6: Layout, Bild 7: Bestückung) zeigt die einfache Konstruktion.

Der Transistor braucht einen Kühlstern; hier ist darauf zu achten, daß dieser weit genug von den umgebenden Bauelementen weg ist und auch beim Verbiegen der Transistoranschlüsse keine anderen Sachen berührt.

Als Instrument ist eine 1 Milliampere-Ausführung vorgesehen, hiervon sind viele brauchbare Typen im Handel. Wer ein 25 Volt-Exemplar auftreibt, kann es natürlich verwenden, dann entfallen R5 und R6 auf dem Print, diese Bauelemente werden durch Drahtbrücken ersetzt.

Anstelle der (entlastet) aus dem Gehäuse herausgeführten beiden Prüfkabel mit den Krokodilklemmen kann man natürlich auch zwei Buchsen auf der Frontplatte vorsehen. Die Kabel-Version hat den Vorteil, daß man nicht jedesmal nach Meßschnüren suchen muß.

Die Netzzuführung geschieht über eine zweipolige Print-Kabelklemme. Vor diesem Bauelement ist Platz für eine flache Kabelschelle vorgesehen. Unabhängig jedoch von der Verwendung einer solchen Schelle sollte man das Netzkabel entlasten (siehe dazu den Beitrag: „ Netzspeisung - aber sicher!“, Heft 6).

Die Wahl des Gehäuses soll diesmal Ihnen, dem Leser überlassen werden; es gibt keine speziellen Gesichtspunkte, so daß sich alles eignet, was paßt. Somit kann diesmal auch

der Fachhandel verkaufen, was er hat (über spezielle Sachen meckern die ja immer).

EICHEN UND BEDIENUNGSHINWEISE

Wenn alles fertig und das Instrument ein 1 Milliampere-Typ ist, kommt jetzt das Eichen. Dazu schließt man zwischen den Krokodilklemmen statt eines Testlings ein 4,7 k-Ohm - Trimmpoti an. Über dieselben Anschlüsse kommt noch ein Vielfachinstrument, es soll Gleichspannung messen und möglichst im Bereich 30 Volt stehen.
Man drückt den Taster „Test" und dreht das (externe) 4k7 - Trimmpoti, bis das Vielfach-Instrument 25 Volt zeigt. Der Trimmer simuliert nun eine 25 Volt-Zenerdiode.
Anschließend stellt man den eingebauten Trimmer auf dem Print so ein, daß das Einbauinstrument Vollausschlag zeigt, also entweder 1 Milliampere oder 25 Volt. Damit ist das Eichen schon erledigt.
Wer über Zeit, Lust und Geschicklichkeit verfügt, kann die Skala des Instrumentes präparieren:
Die Skala vorsichtig ausbauen, unerwünschte Symbole, Bezeichnungen usw. lassen sich mit einem scharfen Messer vorsichtig abkratzen, neue Symbole als Anreibebuchstaben usw. aufbringen.
Wie bedient man den Z-Tester? Der Testling wird angeklemmt, dann schaltet man das Gerät ein und drückt den Taster. Es kann passieren, daß eine Z-Spannung unter 1 Volt angezeigt wird: Dann ist die Diode falsch angeschlossen, man klemmt die Krokos um.
Danach zeigt das Instrument die Z-Spannung an, wenn man den Taster drückt. Geht der Zeiger auf über Vollausschlag, dann liegt entweder die

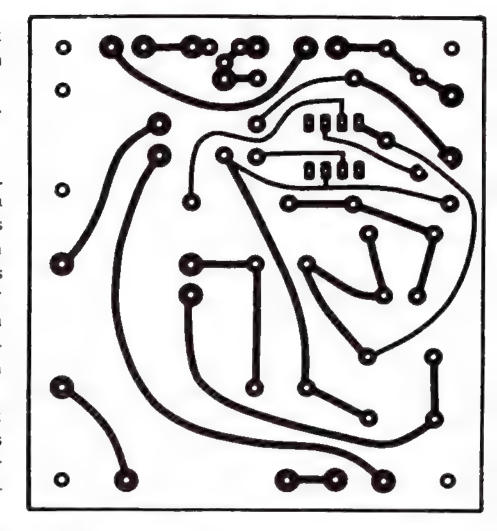
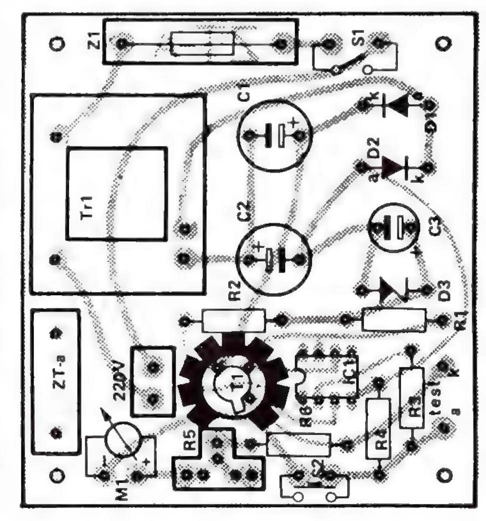
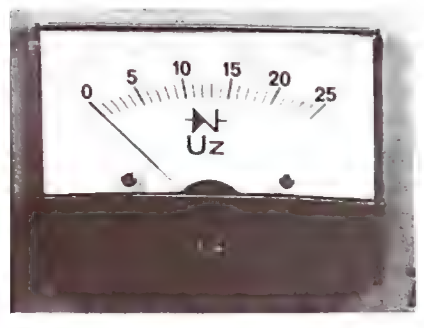


Bild 6 (Printlayout) und Bild 7 (Bestückungsplan) zeigen den einfachen Aufbau des Z-Testers. Unbedingt zu beachten: die Zugentlastung (s. Text).





Einbauinstrument mit präparierter Skala.

Z-Spannung über 25 Volt und ist nicht meßbar, oder die Diode ist unterbrochen, also unbrauchbar. Der erste Fall ist nicht sehr wahrscheinlich, weil man Z-Dioden mit solch hohen Spannungen kaum jemals gebraucht hat. Eindeutig wird der Fall jedoch spätestens beim Umpolen der Klemmen: Zeigt das Instrument auch jetzt wieder über Vollausschlag, dann ist die Diode kaputt. Zeigt das Instrument nach dem Umpolen jedoch einen Wert unter 1 Volt, dann ist das Exemplar in Ordnung aber die Z-Spannung liegt über 25 Volt.

Wie Print, Bestückungsplan und auch das Foto zeigen, ist nur eine einpolige EIN/AUS-Schaltung der Netzspannung vorgesehen. An die beiden Lotstifte oben links im Bild kommen die zwei Kabel zum Netzschalter. Soll die Netzspannung zweipolig geschaltet werden, so ist die kurze Kupferbahn (Pfeil) zu unterbrechen. An die so entstandenen Enden der Kupferbahn kommen je ein Lötstift. Von hier führen Kabel zu dem zweiten Kontaktpaar des Schalters.

s. Text

So funktioniert das!

KONDENSATOREN Teil -3-



Diese Folge beschäftigt sich noch einmal mit dem Kondensator an Wechselspannung; dabei geht es um den Zusammenhang zwischen der Frequenz und der Impedanz eines Kondensators bei gegebener Kapazität, sowie um die Phasenverschiebung. Dann geht es (endlich) in die Praxis: Warum wird ein Kondensator in einer bestimmten Schaltung an dieser oder jener Stelle eingesetzt? Wie kann man einen Kondensator einsetzen, um ein Schaltungsproblem zu lösen?

ZUSAMMENHANG ZWISCHEN FREQUENZ UND IMPEDANZ

In der Formel für die Impedanz eines Kondensators, die hier noch einmal wiederholt sei, kommt neben der Konstanten π und der

$$Z_C = \frac{1}{2 \pi f C}$$

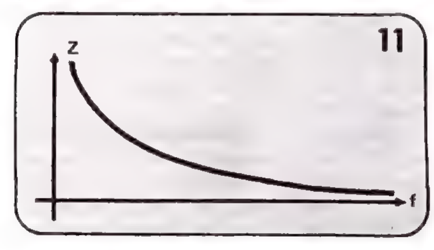
Kapazität C auch die Frequenz f vor. Für einen Kondensator mit gegebener Kapazität ergibt sich aus der Formel (und natürlich auch in der Praxis) ein Zusammenhang, wie ihn Bild 11 zeigt.

Dieser Zusammenhang ist offensichtlich nicht linear. Bei niedrigen Frequenzen, im linken Teil der Kurve, ändert sich die Impedanz stark mit der Frequenz, hier machen wenige Hertz viel aus. Bei hohen Frequenzen ist der Einfluß von Frequenzänderungen auf die Impedanz viel geringer. Die Tatsache ist wichtig; später wird sie noch eine Rolle spielen.

PHASENVERSCHIEBUNG

Eine bemerkenswerte Erscheinung, die manchmal sehr nachteilig, oft aber auch gerade nützlich ist, fällt auf, wenn man den zeitlichen Verlauf einer Wechselspannung über einem Kondensator genau vergleicht mit der Wechselspannung am Eingang des betrachteten Wechselstromkreises. Die Spannungen sind zeitlich gegeneinander verschoben!

Bild 11. Der Zusammenhang zwischen Frequenz und Impedanz bei gegebenem C-Wert.



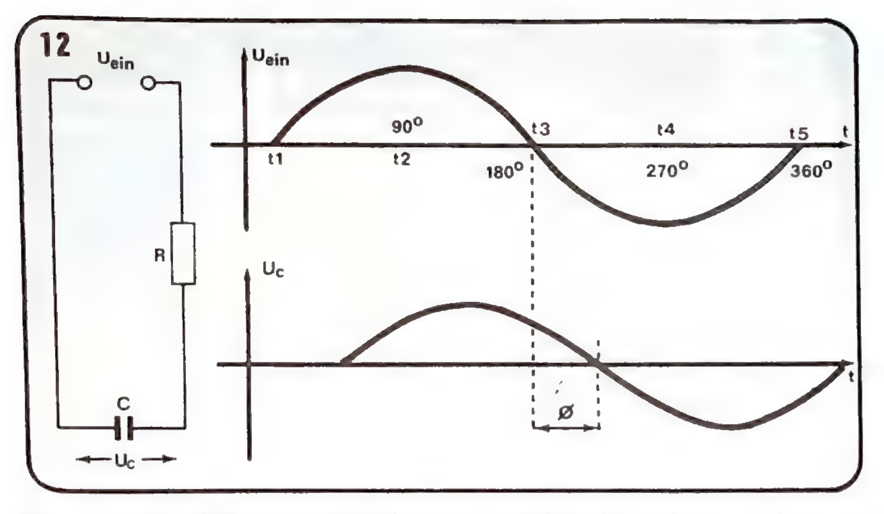


Bild 12. Der Begriff der Phasenverschiebung. Sie bezeichnet das Nacheilen der Spannung über einem Kondensator in Bezug auf die Eingangswechselspannung.

Wer meint, daß es jetzt schwierig wird, irrt. In Bild 12 ist ein Stromkreis von Widerstand und Kondensator angegeben; eine Wechselspannung Uein speist die Reihenschaltung.

Für die Erläuterung der zeitlichen Versetzung ist es ausreichend, nur eine Vollperiode der Eingangswechselspannung zu betrachten; in Bild 12, im oberen Teil der Grafik, ist deshalb auch nur eine Periode dargestellt, ihr Anfang liegt bei t1 auf der Zeitachse, ihr Ende bei t5.

Zum Zeitpunkt t1 hat die Wechselspannung „momentan" eine Amplitude von Null Volt. Am Kondensator tut sich noch nichts. Zwischen den beiden Zeitpunkten t1 und t2 steigt die Eingangsspannung an. Der Kondensator will sich aufladen, deshalb fließt Strom in der Schaltung.

Es dauert jedoch immer eine bestimmte Zeit, bis sich der Kondensator auf die Eingangsspannung geladen hat; das zeigte sich bereits bei der Besprechung der „Zeitkonstanten", Heft 6, S. 69. Wenn die Kondensatorspannung dann endlich den Wert der Eingangsspannung erreicht hat, kommt er zu spät; die Spannung Uein ist in der Zwischenzeit weiter angestiegen.

Zum Zeitpunkt t2 hat die Wechselspannung Uein ihre größte Amplitude. Natürlich ist der Kondensator noch nicht so weit. Während die Eingangsspannung abnimmt, steigt die Kondensatorspannung zunächst weiter. Es tritt ein Moment ein, zu dem Uein und Uc den gleichen Betrag haben. In diesem Augenblick wird der Kondensator nicht mehr geladen, die Spannung Uc hat ihren Scheitelwert erreicht. Der liegt natürlich niedriger als der Scheitelwert der Eingangswechselspannung, weil das Laden des Kondensators „zu früh" unterbrochen wurde.

Zum Zeitpunkt t3 geht die Eingangsspannung durch Null, aber über dem Kondensator steht noch eine Spannung, weil er wieder zu spät kommt.

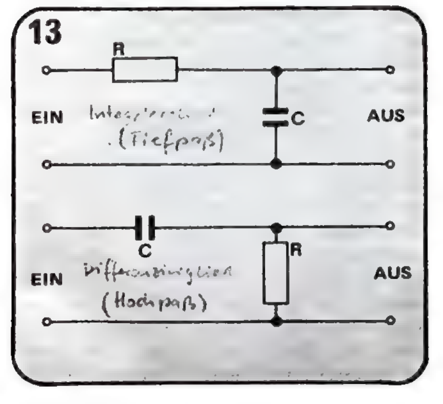
Für die negative Halbwelle des Eingangssignals (t3 bis t5) gilt sinngemäß dasselbe wie

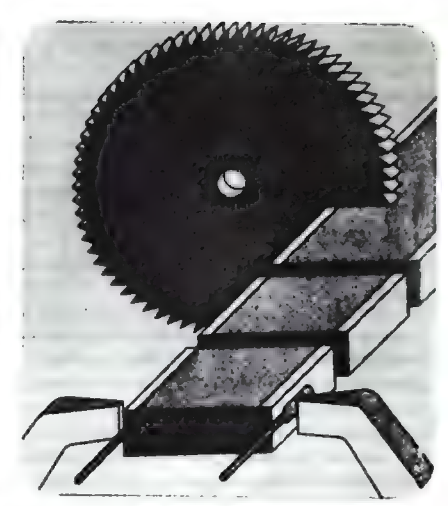
für die positive. Die einzelnen Phasen der Wechselspannungsperiode treten zeitlich verzögert auf.

Auch wenn am Eingang der Schaltung, wie üblich, nicht eine Periode der Wechselspannung steht, sondern die Perioden fortlaufend aufeinanderfolgen, zeigt sich diese Erscheinung der zeitlichen Versetzung; alle Perioden sind verschoben. Man nennt dies Phasenverschiebung der Spannung über einem Kondensator. Wie aus dem Bild hervorgeht, „eilt die Kondensatorspannung der Eingangsspannung nach", wie das heißt. Die Spannung Uein erreicht jede Phase des zeitlichen Verlaufs später.

Die Phasenverschiebung wird mit dem griechischen Buchstaben φ bezeichnet und in Winkelgraden gemessen. Das ist nicht frei erfunden, sondern ziemlich logisch und sinnvoll. Man teilt eine Vollperiode in 360° ein, die Phasenverschiebung ist dann der „Winkel" zwischen den Nulldurchgängen der Eingangsspannung und der Spannung über dem Kondensator; in Bild 12 beträgt der Phasenwinkel ca. 35°.

Bild 13. Der Kondensator im Zusammenwirken mit einem Widerstand; oben ein Integrator, unten ein Differentiator.





Eine schematische Darstellung der letzten Produktionsphase der bekannten MKM-Kondensatoren von Siemens. Lange Stäbe aus „Muttermaterial" werden mit einer computergesteuerten Säge auf Länge gebracht. Anschließend erfolgt das Löten der Anschlußstifte. Bei dieser Methode sind die Herstellungstoleranzen der Kapazitätswerte auf 5% begrenzt, gleichzeitig wird vermieden, daß Exemplare mit gleichen Kapazitätswerten merkliche Unterschiede in den Abmessungen aufweisen.

ZWEI GRUNDANWENDUNGEN DES KONDENSATORS

Der Kondensator ist ein geselliges Bauelement, insbesondere trifft man ihn häufig in Begleitung des Widerstandes. Was die beiden häufig treiben, zeigt Bild 13.

Die obere der beiden Schaltungen heißt Integrator. Der Widerstand liegt im Signalweg (obere Linie von links nach rechts), der Kondensator liegt parallel zum Signalweg hinter dem Widerstand.

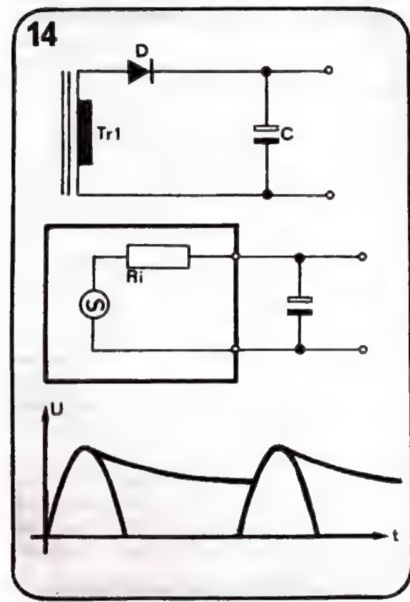
Unten in Bild 13 ist ein Differentiator darge-

stellt; die Positionen von Widerstand und Kondensator sind vertauscht.
In vielen Fällen läßt sich ein Schaltungsteil, das einen Kondensator enthält, als Integrator oder als Differentiator identifizieren; nur gelegentlich stört eine Spule (Induktivität) die Iylle. Später wird dies anhand von Beispielen gezeigt.

LADEKONDENSATOR

Jedes nicht batteriebetriebene elektronische Gerät braucht ein Netzteil. Dieses enthält regelmäßig einen „dicken" Elektrolytkondensator (Elko), der in dieser Funktion als Ladekondensator bezeichnet wird. Er sorgt dafür, daß aus der Spannung, die hinter dem Netztrafo mit Gleichrichter steht, eine brauchbare Gleichspannung wird. Bild 14 zeigt die bekannte Konstellation.

Bild 14. Der Lade - Elko in einem Netzteil.



Die Netzwechselspannung wird zunächst auf einen passenden Wert heruntertransformiert, denn 220 Volt ist so gut wie immer zuviel. Die Diode D läßt nur die positiven Halbwellen passieren, so daß sich der Kondensator, wenn (wie im Bild) kein Verbraucher angeschlossen ist, auf den Scheitelwert der sekundären Wechselspannung des Trafos auflädt.
Auch diese Schaltung kann auf eines der beiden in Bild 13 genannten Prinzipien zurückgeführt werden. Dazu betrachtet man das Ersatzschaltbild von sekundärer Trafowicklung und Diode, diese Ersatzschaltung zeigt eine ideale Spannungsquelle mit dem Innenwiderstand Null, der tatsächliche Innenwiderstand ist als Ri „herausgezeichnet", er liegt in Reihe zur Spannungsquelle. Ein Vergleich mit Bild 13 zeigt, daß es sich um einen Integrator handelt.
Die Wirkungsweise des Lade-Elkos läßt sich auf zwei Arten erklären.
Einmal kann man den Kondensator als eine Art Reservoir betrachten. Er speichert Ladung, wenn die Diode während der positiven Halbwellen der Wechselspannung leitet, und gibt die Ladung währende der übrigen Zeit an den (nicht eingezeichneten) Verbraucher ab. In Teil 1 dieser Beitragsreihe, Heft 6/78, Bild 2, Seite 68, wurde gezeigt, daß sich ein Kondensator auflädt, wenn er über einen Widerstand mit einer Spannungsquelle verbunden ist. Vergleicht man Bild 14 mit Bild 2, so zeigt sich, daß nun anstelle des Schalters die Diode liegt. Sie wirkt auch wie ein Schalter, weil die Spannungsquelle Wechselspannung liefert, so daß „der Schalter" während der positiven Halbwellen geschlossen ist, während der negativen jedoch geöffnet.
Man kann die Sache auch etwas theoretischer betrachten. Dazu muß man allerdings voraussetzen, daß die Spannung, die hinter der Kombination Trafo/Diode entsteht, aus einer reinen Gleichspannung und zahlreichen, ihr überlagerten Sinus-Wechselspannungen

zusammengesetzt ist. Die Wechselspannungen haben unterschiedliche Frequenzen und Amplituden. Dieses Zerlegen einer Spannung mit periodischem Verlauf ist immer möglich, dazu gibt es ein bestimmtes mathematisches Verfahren, das hier nicht erörtert werden kann. Es entstehen dabei eine Gleichspannung und (meist) viele Sinus-Wechselspannungen.

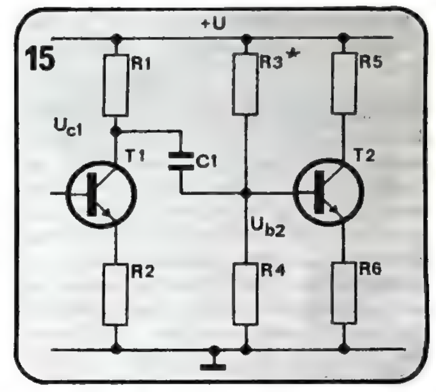
Betrachtet man nach dieser Vorbemerkung wieder das Ersatzschaltbild des Netzteils und erinnert sich, daß ein Kondensator eine Impedanz (Wechselstromwiderstand) hat, die bei zunehmender Frequenz abnimmt, dann erweist sich die Schaltung mit dem Kondensator als eine Art Filter, das natürlich den Gleichspannungsanteil, insbesondere aber auch Signalanteile mit sehr niedriger Frequenz durchläßt. Die höherfrequenten Sinus-Wechselspannungen, die in der Spannung hinter der Diode (bzw. im Ersatzschaltbild hinter dem Innenwiderstand Ri) enthalten sind, werden vom Kondensator „abgesiebt", er hat für diese Anteile eine niedrige Impedanz und bildet praktisch einen Kurzschluß. Man kann die Integrator-Konstellation Ri/C auch als Spannungsteiler auffassen, dessen Knotenpunkt (Ausgang der Schaltung) für hohe Frequenzen nahe bei Masse liegt, wenn C in seinem Kapazitätswert so bemessen ist, daß die Impedanz für die hohen Frequenzen klein gegen den Widerstand Ri ist. Man spricht auch von Tiefpaß (die niedrigen Frequenzen passieren das Filter), der die Wechselspannungsanteile erheblich verringert. Die Wechselspannung verschwindet jedoch nicht vollständig. Insbesondere findet man nach Gleichrichtung der Netzwechselspannung noch eine starke 50 Hertz-Komponente (100 Hertz bei Zweiweggleichrichtung). Man spricht hier von Brummspannung, die sicher jeder kennt, weil sie bei qualititiv minderwertigen NF-Verstärkern von der Speiseleitung in den Signalweg und weiter zum Lautsprecher gelangt. Will man die Brummspannung verringern, so setzt man den Kapazitätswert für den Elko im Netzteil höher an; die Impedanz des Kondensators ist dann niedriger, die niederfrequenten Signalanteile werden dann besser „abgesiebt"; daher also die „dicken" Elkos in den Netzlen.

DER KOPPELKONDENSATOR

In Teil 1 dieser Beitragsreihe hieß es bereits, daß der Kondensator für Gleichspannung ein (fast) idealer Isolator ist. Verbindet man einen Kondensator mit einer Gleichspannungsquelle, so gibt es im ersten Moment einen Stromstoß, die beiden Kondensatorbeläge nehmen die Potentiale der Schaltungspunkte an, mit denen sie verbunden wurden. Danach passiert nichts mehr.

Dieses Verhalten wird genutzt, wenn man zwei Schaltungspunkte, die ein unterschiedliches Potential (Gleichspannung im Ruhezustand) haben, für Wechselspannung miteinander verbinden will. Der Kondensator dient dann als Koppelelement, der das Wechselsignal von einem zum anderen Schaltungspunkt

Bild 15. Ein Kondensator als Koppelelement zwischen dem Ausgang einer Transistorstufe (T1) und dem Eingang einer zweiten (T2).



R3 liegt über Lade-Elko im NT wechselspannungsmäßig an Masse!

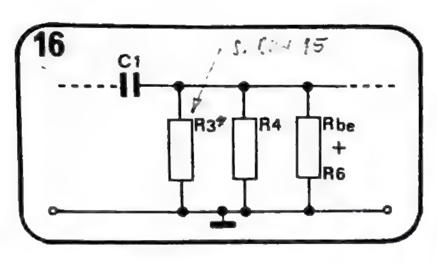


Bild 16. Ersatzschaltbild für die „Koppelschaltung" in Bild 15. Die RC-Konstellation entspricht dem Prinzip des Differentiators.

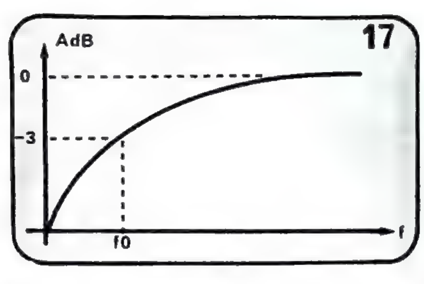


Bild 17. Frequenzgang der Schaltung Bild 15. Niedrige Frequenzen werden geschwächt.

koppelt, die unterschiedlichen Gleichspannungen jedoch an Ort und Stelle läßt.
Ein Beispiel dafür zeigt Bild 15. Der Kollektor von T1 soll, entsprechend der häufigen Einstellung solcher Stufen (die an der Basis vorgenommen wird), auf der Hälfte des Speisespannungspotentials liegen. Die Basis von T2 dagegen, die mit dem Kollektor von T1 gekoppelt werden soll, ist mit dem Spannungsteiler R3/R4 auf eine Spannung eingestellt, die um 0,7 Volt höher liegt als das Potential am Emitter von T2. Da in dieser Schaltung nach der Absicht des Entwicklers das Emitterpotential von T2 niedrig sein soll, beträgt auch die Basisspannung nur wenige Volt.
Zwischen die beiden Stufen muß demnach ein Koppelelement „nur für Wechselspannung"; das ist der Kondensator.
Bild 16 zeigt die Ersatzschaltung, es handelt sich um einen „Differentiator" nach Bild 13. Am rechten Belag von C1 liegen drei Widerstände parallel nach Masse; bei R4 liegt die Sache ganz klar, er liegt genau so in der Ersatzschaltung wie in der tatsächlichen Schaltung Bild 15. Mit Rbe+R6 ist die Reihenschaltung aus dem Widerstand der Basis/Emitter-Strecke von T2 und R6 bezeichnet, auch diese Reihenschaltung liegt tatsächlich zwischen C1 und Masse (Bild 15). Warum aber auch R3, der doch in Bild 15 an der Speisespannung liegt?

Man erinnere sich: Im Netzteil, das man sich immer hinzudenken muß (keine Schaltung ohne Stromversorgung) liegt zwischen den beiden Anschlüssen ein dicker Elko. Für die Frequenzen, die im Signal vorkommen, um dessen Verarbeitung es in der Schaltung geht, hat der Elko eine verschwindend geringe Impedanz; somit liegt der obere Anschluß von R3 in Bild 15 über den Netzteil-Elko *wechselspannungsmäßig* an Masse.
Da das Ersatzschaltbild 16 für Wechselspannung gilt, liegen die drei eingezeichneten Widerstände parallel. Nun kann man noch die drei Widerstände zum resultierenden Widerstand der Parallelschaltung zusammenfassen, dann erhält man das Schaltbild des Differentiators.
Er wirkt als „Hochpaß": für hohe Frequenzen ist die Impedanz des Kondensators gering. Je niedriger die Frequenz ist, um so mehr werden die Signalanteile abgeschwächt. Der prinzipielle Verlauf der Übertragungskennlinie der Schaltung in Bild 15 ist in Bild 17 angegeben.
Die Frequenz f0 („eff-null"), bei der die Abschwächung 3 dB beträgt, nennt man „untere Eckfrequenz" des Hochpasses. Bei der Entwicklung von Schaltungen muß man dafür sorgen, daß die Eckfrequenz niedriger liegt als die niedrigste Frequenz, die man übertragen will. Somit richtet sich die Bemessung der Kapazität des Koppelkondensa-

tors nach der niedrigsten zu übertragenden Frequenz.
Selbstverständlich kann man die Tatsache, daß eine geeignet bemessene Schaltung niedrige Frequenzen abschwächt, zielbewußt nutzen. Das geschieht zum Beispiel im Rumpelfilter, das sehr niederfrequente Störsignale unterdrückt, die durch unruhigen Lauf des Tellers in Plattenabspielgeräten entstehen. Die betreffenden Frequenzen liegen in der Gegend der unteren Grenze des NF-Übertragungsbereiches, so daß das Filter wirklich hilft, wenn das Rumpeln stark stört.

DER KONDENSATOR IM RAUSCHFILTER

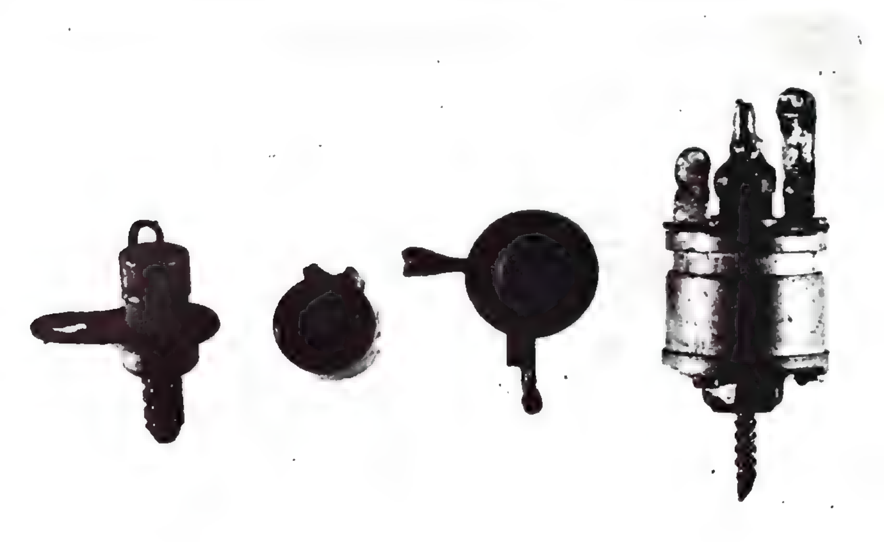
Ein Netzwerk aus Widerstand und Kondensator, als Integrator geschaltet, kann als Rauschfilter dienen. Eine Schaltung wie in Bild 18 kann als frequenzabhängiger Spannungsteiler aufgefaßt werden; niedrige Frequenzanteile des Eingangssignals passieren das Filter fast ungeschwächt, während höherfrequente Anteile zunehmend gedämpft werden. Die Übertragungskennlinie hat im Prinzip den dargestellten Verlauf.

Störendes Rauschen bei NF-Übertragungen kann mit einer solchen Schaltung verringert werden, weil das Rauschsignal aus Frequenzen zusammengesetzt ist, die alle im oberen Übertragungsbereich liegen.

ERZEUGEN VON NADELIMPULSEN

Häufig stellt sich die Aufgabe, aus einem Rechteckimpuls (oberer Teil der Grafik in

Ausführungsformen von Trimmer-Kondensatoren. Die C-Werte liegen zwischen 10 und 50 pF.



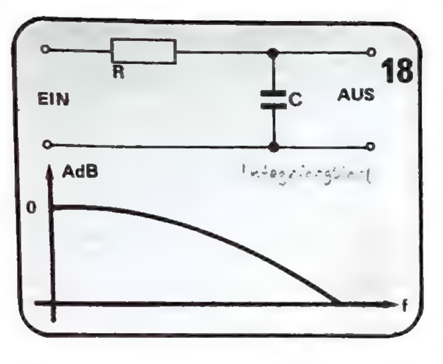


Bild 18. Ein RC-Netzwerk als Tiefpaß läßt die Signalanteile mit niedriger Frequenz fast ungeschwächt passieren, für die höheren Frequenzen tritt eine Dämpfung ein.

Bild 19) einen spitzen (oder schmalen Impuls, wie man will) zu machen, einen sogenannten Nadelimpuls. Die Aufgabe läßt sich wiederum mit einem RC-Netzwerk lösen.
C1/R1 in Bild 19 sind als Differentiator geschaltet, in der Konstellation also, die auch als Hochpaß bezeichnet wird.
Das Rechtecksignal ist ebenfalls eine periodische Wechselspannung und kann als aus vielen Sinussignalen unterschiedlicher Frequenz und Amplitude zusammengesetzt aufgefaßt werden. Der schnelle Sprung zwischen den beiden Pegeln, den die Rechteckspannung macht, äußert sich in der Analyse durch sehr hohe Frequenzen. Wählt man den Kapazitätswert von C1 in Bild 19 so, daß nur diese extrem hohen Frequenzen übertragen werden, dann bleibt am Ausgang des Differentiators (Knotenpunkt R1, C1, Basis T1) nur der Sprung übrig, nicht jedoch Dach und Fuß des Impulses, denn sie werden durch niedrigere Frequenzen repräsentiert.
Die Basis des Transistors liegt über einen Widerstand an Masse, somit ist T1 im Ruhezustand gesperrt, sein Ausgang liegt über R2 an Speisespannung, ist also „H".
Die Vorderflanke des Rechteckimpulses, der

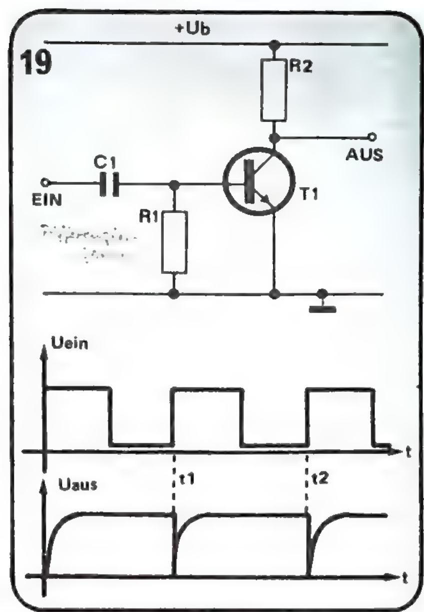


Bild 19. Impulsformer für Nadelimpulse.

Sprung von L nach H, gelangt über den Differentiator als positiver Nadelimpuls auf die Basis des Transistors. Der Halbleiter geht kurzzeitig in den Leitzustand, dabei wird die Ausgangsspannung Null. Kurz danach ist der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt (untere Grafik in Bild 19). Die Rückflanke des Rechteckimpulses wird als negativer Nadelimpuls übertragen. Dieser Impuls hat keinen Einfluß auf das Verhalten des Transistors. Zu diesem Zeitpunkt ist T1 gesperrt, ein negativer Impuls auf der Basis kann den Halbleiter nicht noch weiter in den Sperrzustand bringen, der Kollektor bleibt H.
Am Kollektor erscheinen somit negative Nadelimpulse, wie sie in der Grafik eingezeichnet sind.

(Wird fortgesetzt)

Kalte Lötstellen, verschmorte Bauelemente, vom Print gelöste Kupfer-Lötaugen – wer kennt die Probleme nicht? Es soll aber auch vorkommen, daß die letzte kalte Lötstelle eines aktiven Freizeitelektronikers bereits viele Jahre „her" ist. Ob so etwas nur auf Erfahrung beruht, oder ob nicht auch das richtige Material wichtig ist, läßt sich schwer sagen. In P.E. Heft 3/77 gab es einen „Fotoreport Löten", der erste Hinweise zu Material und Löttechnik brachte. In zwei Beiträgen sollen die Fragen des Kolbens, des Zinns und anderer Hilfsmittel besprochen werden.

Wahrscheinlich haben Sie einen traditionellen Lötkolben, zumindest kennen Sie ihn; so ein Ding besteht aus Handgriff, Heizelement und Lötspitze. Damit läßt sich arbeiten, aber es gibt besseres. Worauf es ankommt, was man bei Anschaffungen beachten sollte – das zeigt dieser Beitrag.

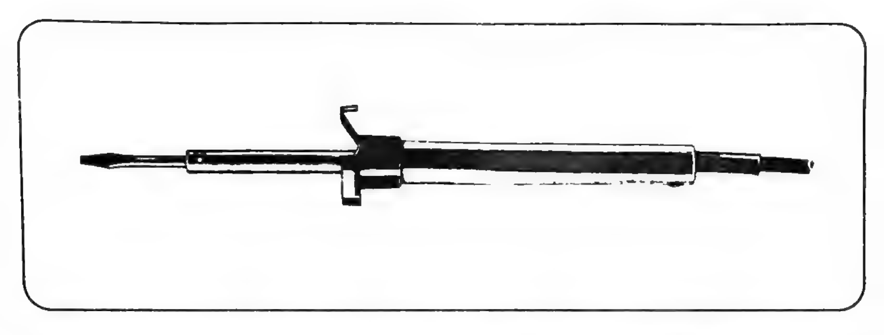
LÖTEN mit dem richtigen Material

Wer mit dem Elektronik Hobby - sicher dem progressivsten unter den technischen Hobbys - gerade erst angefangen hat, braucht nicht unbedingt sofort das Beste und Teuerste an Ausrüstung. Der einfache Lötkolben zwingt dazu, sich eine ordentliche Löttechnik anzugewöhnen, und die sollte man auch später im Griff haben.

LÖTKOLBEN

Die Kolbenleistung, die in Watt angegeben wird, ist das erste Kriterium. Für die feineren Arbeiten, also das Löten an IC-Fassungen und auf eng ausgelegten Prints, eignen sich Typen mit 15 W...20 W. Allerdings hat ein kleiner Kolben meist auch eine geringe Wärmekapazität, sie ist ein Nachteil. Je größer dieser „Wärmevorrat" nämlich ist, um so weniger kühlt die Spitze während des einzelnen Lötvorgangs ab, das Löten geht dann schneller. Die Bauelemente werden beim schnellen Arbeiten nicht so warm und nicht so leicht beschädigt.

Die Lötspitze besteht meist aus Kupfer, bei teureren Modellen ist sie häufig mit einer Eisenschicht überzogen. Für beide Spitzen gilt, daß die abgeschrägte kleine Lötfläche klein sein soll, damit man auf dem Print nur eine kleine Fläche berührt; sonst passiert es leicht, daß sich zwischen eng benachbarten Leiterbahnen Zinnbrücken bilden. Ganz wichtig: Der Stift muß sich leicht aus seiner Halterung lösen las-



Bei diesem Lötkolbentyp muß die Spitze regelmäßig gelöst und gesäubert werden, sonst sitzt sie irgendwann bombenfest und läßt sich nicht mehr auswechseln. Wenn sie verbraucht ist, kann man mit dem Kolben auch nichts mehr anfangen.

sen, damit die dünnen, zerbröckelnden Schichten aus Oxydationsprodukten regelmäßig entfernt werden können. Die häufige Säuberungsaktion ist wichtig, denn so mancher Kolben erreicht sein Ende viel zu früh, weil der Stift „eingerostet" ist. Halterung und Spitze bilden dann eine unzertrennliche Einheit; ist die Spitze am Ende, kann man den Kolben gleich mit wegwerfen.
Für Eisenspitzen gilt das eiserne Gesetz, daß man sie nicht feilen darf; diese Spitzen werden mit einem trockenen Lappen gesäubert.
Es gibt auch Kolbentypen, bei denen die Spitze über die Halterung geschoben wird. Zu diesem Kolben gibt es auswechselbare Spitzen, so daß man die „Stärke" an die jeweilige Aufgabe anpassen kann.
Der Handgriff des Kolbens reicht bei einigen Ausführungen bis über das Heizelement, so daß er ziemlich heiß wird. Manche Geräte kann man nach einer halben Stunde nicht mehr anfassen, nach der Formel: zu billig = zu heiß.
Wichtig ist auch die Frage der elektrischen Sicherheit. Das Heizelement besteht in der Regel aus einem auf Glimmer aufgewickelten Widerstands-Heizdraht; diese Konstruktion befindet sich in einer Hülse. Die Anschlußdrähte sind in den Handgriff geführt und erzeugen dort soviel Wärme, daß die elektrische Isolation temperaturfest sein muß.
Eine Kontrolle des Isolationswiderstandes ist mit dem Ohmmeter im hochohmigsten Meßbereich möglich; eine der Meßstrippen kommt an einen Stift des Netzsteckers, mit dem anderen „fährt" man alle metallischen Konstruktionselemente des Kolbens ab; das Instrument darf nichts anzeigen!
Sofern doch: den Kolben reparieren oder durch einen neuen ersetzen. Einmal natürlich wegen der eigenen Sicherheit, denn dann führt der Kolben Netzspannung, zum anderen, weil in der Schaltung, mit der man beschäftigt ist, leicht ein Halbleiter zerstört wird.

AUSFÜHRUNGSFORMEN

Die Lötkolben in Revolverform enthalten einen Netztrafo, dessen Sekundärwicklung von der Spitze selbst gebildet wird. Die Spitze ist deshalb eine Art Gabel, deren Anschlüsse der Stromzufuhr dienen. Die „Lötstelle" ist die engste Stelle der Gabel, hier erzeugt der Strom die höchste Spitzentemperatur. Der Revolverkolben hat eine kurze Aufheizzeit, er wird deshalb von Serviceleuten

gern benutzt. Seine Nachteile: geringe Wärmekapazität, schnelles Abbrennen der Spitze und unhandliche Abmessungen bei hohem Gewicht.

Kolben mit Stelltransformator kann man auf die gewünschte Temperatur einstellen. Ihr großer Vorteil: Der Trafo trennt den Kolben vom Netz.

Lötkolben gibt es auch mit elektronischer Temperaturregelung. Diese funktioniert so wie die Triacsteuerungen im Lichtdimmer oder bei Bohrmaschinen. Mit der Elektronik kann man auch Kolben, die normalerweise für Elektronikarbeiten zu schwer sind (60 W bis 100 W) auf erträgliche Temperaturen einstellen.

Am besten sind die Lötkolben mit thermostatischer Temperaturregelung. Während sich die Spitzen der gewöhnlichen Kolben beim Löten abkühlen, erfolgt bei den Thermostaten eine automatische Konstanthaltung der Temperatur. In Reihe zu dem Heizelement liegt ein Bimetall-Schalter, der thermisch gekoppelt ist. Erreicht die Temperatur den vorgesehenen Wert, dann schaltet der Bimetall-Kontakt und unterbricht den Stromkreis, bis eine bestimmte untere Temperaturgrenze unterschritten wird; dann schaltet der Kontakt wieder ein.

Im Lötbetrieb wird der Kolbenspitze Wärme entzogen. Der Bimetall-Kontakt kommt dann nicht oder nicht so schnell auf seine Abschalttemperatur, die Heizpatrone kann sozusagen Wärme „nachschieben". Dieser Effekt ist gleichbedeutend mit einer höheren Wärmekapazität des Kolbens, als er seiner mechanischen Konstruktion nach haben „dürfte"; ein deutlicher Vorteil also.

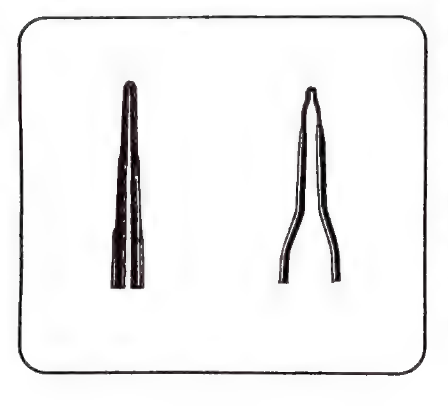
Damit ist die Kategorie der besseren und natürlich teureren Lötkolben erreicht. In der nächsten Ausgabe wird ein Typ mit einer sehr speziellen Temperaturregelung vorgestellt. Auch über Lötzinn wird noch zu sprechen sein, sowie über einige zwar nicht erforderliche, aber nützliche Hilfsmittel.

(Wird fortgesetzt)



Ausführungsbeispiel einer Lötpistole. Unter der Spitzenhalterung befindet sich eine Linsen-Glühlampe, wohl für Leute, die nicht gut löten: In diesem Licht glänzt jede Lötstelle.

Zwei Beispiele für die Ausführung der Spitze bei Revolver-Lötkolben. An der Lötfläche ist ist die Spitze abgeplattet, dies ist die Stelle mit dem geringsten Querschnitt, so daß hier die höchste Temperatur entsteht.





Handlicher

als Lötösenleisten, Lochrasterplatten und andere Hilfsmittel zum schnellen, „fliegenden" Aufbau von Schaltungen ist ein spezieller Experimentierprint, wenn er ein zweckmäßiges Layout und weder zu große noch zu kleine Abmessungen hat und sowohl Einzel-Bauelementen als auch ICs Platz bietet. Verdrahtungsarbeiten sind auf ein Minimum reduziert.

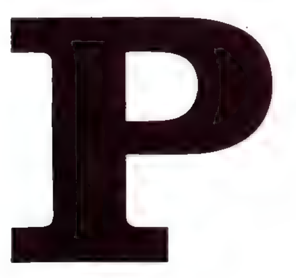
Edukativer

als das „sture" Nachbauen dessen, was Zeitschriften zum Nachmachen vorschlagen oder der Fachhandel in Bausatzform anbietet, ist das Experiment; der Versuch, eine Idee in die Praxis umzusetzen. Das Experiment erfordert intensives Mitdenken, und die dabei gemachten Erfahrungen sind die Art Wissen mit dem bei weitem größten Langzeit-Effekt.



Labor

So darf auch der Hobby-Elektroniker seinen Arbeitsplatz nennen, wenn er Experimente macht. Man unterscheidet zwischen Forschungs- und Entwicklungslabor. Der hier unter der Bezeichnung H.E.L.P. beschriebene Experimentierprint ist ein kleines „Labor im Labor". Zahlreiche P.E.-Schaltungen haben auf diesem Print das Licht der Welt erblickt.



Print

oder Platine, gedruckte Schaltung, Leiterplatte. Normalerweise ist die Kupferseite des Prints unten, auf der anderen Seite befinden sich die Bauelemente. Beim H.E.L.P. wird die Kupferseite bestückt. Natürlich kann man Lötstifte vorsehen und die Experimente auf der Bestückungsseite aufbauen (löten oder stecken). Das kostet viele Stifte und viel Zeit.

Hier ist ein Beitrag für Leute, für die das Elektronik–Hobby mehr ist als Vorgekautes aus Zeitschriften und Büchern schlucken, die experimentieren und auf diese Weise zu selbstentwickelten Schaltungen kommen wollen. Hat man sich eine Schaltung auf dem Papier überlegt, so folgt das Experiment. Oft zeigt sich dann, daß man eine Kleinigkeit übersehen hat, die dazu führt, daß die Schaltung es entweder schlecht oder gar nicht tut. Dann muß man weiter experimentieren. Das bedeutet: Widerstandswerte ändern, Kondensatoren oder ganze Transistorstufen hinzufügen, messen und beobachten. Für diese Arbeiten braucht man einen Experimentierprint, der so großzügig ausgelegt ist, daß man alle Bauelemente bequem mit dem Lötkolben erreicht, ohne das eine oder andere Bauelement zu verbrennen. Außerdem ist es wichtig, daß Masse und die Speisespannungen an alle Bauelemente möglichst nahe herankommen, so daß die Experimentierschaltung ein Minimum an zusätzlicher Verdrahtung benötigt.

Der Beitrag erläutert zunächst die Konzeption des H.E.L.P.-Prints, Abschnitte über die Vorbereitung und praktische Bestückungsbeispiele schließen sich an.

DAS KONZEPT

Wer den Elektronik-Markt ein wenig kennt, hat sicher den einen oder anderen Experimentierprint gesehen oder besitzt einen. Was sich das P.E.-Labor da ausgedacht hat, ist nämlich von der Idee her keineswegs neu. Der Anlaß dafür, einen Experimentierprint nach eigenem Konzept zu entwickeln, waren die schlechten Erfahrungen mit den vorhandenen Typen; die meisten waren für die tägliche Laborpraxis ziemlich ungeeignet.

Entweder hatte der Layouter zu viele Ideen in seinen Entwurf gesteckt, so daß das Ganze zu kompliziert und unübersichtlich geworden war, oder der Print war zu einfach.

Mit dem H.E.L.P., der aus dem Ärger über die Unzulänglichkeiten der Experimentierprints heraus geboren wurde, liegen inzwischen jahrelange Erfahrungen vor. Fast alle bisher veröffentlichten Schaltungen wurden auf diesem „Mini-Laborplatz" entwickelt.

Wenn man, unter Berücksichtigung des gegenwärtigen Standes, den die Elektronik erreicht hat, eine Wunschliste dessen zusammenstellt, was ein Experimentierprint leisten soll, so kommt man zu folgenden Forderungen:

Der Print muß sowohl diskrete Bauelemente (Widerstände, Transistoren, Kondensatoren,

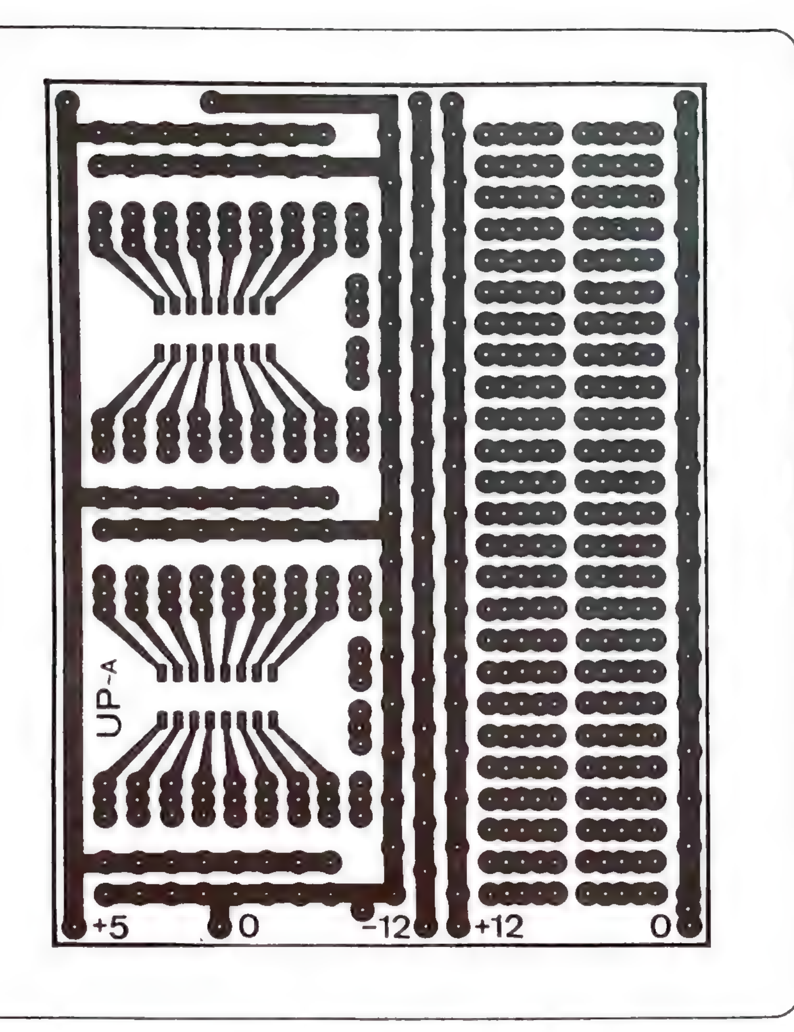


Bild 1. Der universelle Experimentierprint H.E.L.P. Er besteht aus drei unterschiedlichen Zonen. Links können ICs eingesetzt werden, entweder zwei ICs mit je 16 (14) Anschlüssen oder bis zu vier OpAmp-ICs im Mini-DIL-Gehäuse. In der Mitte verlaufen lange Kupferbahnen für die Speisespannungen; der rechte Teil ist für „gewöhnliche" Transistorstufen vorgesehen.

Dioden), als auch ICs aufnehmen können. Diese Forderung erfüllen eine ganze Reihe der käuflichen Experimentierprints nicht.
Zweitens muß in der Umgebung der ICs ausreichend Platz für diskrete Bauelemente sein. Ist das IC zum Beispiel ein Operationsverstärker, dann sind weitere Bauelemente für Gleichspannungseinstellung, Frequenzkompensation und Rückkopplungen erforderlich. Schließlich sollten auf dem Print einige Kupferbahnen sein, die über die volle Breite gehen, so daß, wo erforderlich, jedes Bauelement unmittelbar an eine der Speisespannungen gelegt werden kann. Es heißt ausdrücklich Speisespannungen, weil zahlreiche moderne Schaltungen, die sowohl mit Einzeltransistoren als auch mit ICs aufgebaut sind, außer der positiven Speisespannung und Masse auch eine negative Speisespannung benötigen. Zu berücksichtigen ist weiterhin, daß beim Kombinieren von TTL-ICs mit anderen Schaltungen eine +5 Volt-Leitung in der Näher der ICs zur Verfügung stehen sollte.
Der H.E.L.P. erfüllt alle genannten Forderungen.

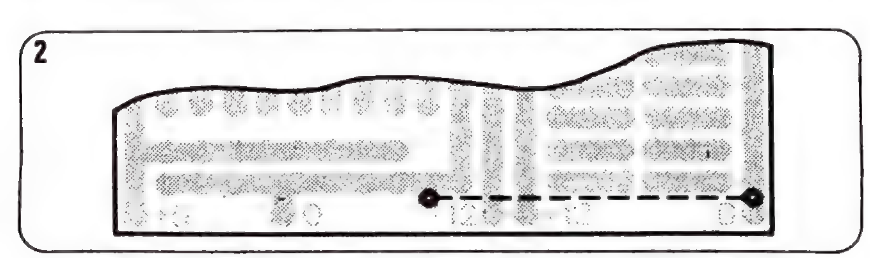
DER ENTWURF

Bild 1 zeigt das Layout. Auffällig ist die Dreiteilung; links bietet der Print Platz für zwei ICs im DIL-Gehäuse und die eventuell für die Beschaltung der ICs erforderlichen diskreten Bauelemente. In der Mitte verlaufen die durchgehenden Leitungen für die Versorgungsspannungen. Der rechte Teil ist für Experimente mit Transistor-Stufen gedacht.

VORBEREITUNGEN

Bevor der Print in Betrieb genommen werden kann, sind noch einige Vorbereitungen zu treffen. Bild 2 zeigt die erste Maßnahme; die beiden mit „0" bezeichneten Kupferbahnen werden mit einem Draht auf der Rückseite verbunden. Im Gegensatz zur sonstigen Sprachregelung ist hier die Kupferseite die Vorder- oder Oberseite, auf der die Bestükkung stattfindet.
Die zweite Vorbereitung betrifft die IC-Fassungen. Die Pins dieser Fassungen werden nicht, wie üblich, durch den Print gesteckt; deshalb enthalten die 2x16 Lötaugen keine Bohrungen.
Für das Anlöten der Fassungen ist ein Kolben mit sehr feiner Spitze erforderlich. Zunächst verzinnt man die betreffenden Lötaugen und die Pins der Fassungen. Dann erst bringt man die Fassung an Ort und Stelle, hält sie mit einer Hand fest und lötet zunächst einen Pin an. Ist die Fassung in der richtigen Position, so kommen die anderen Pins an die Reihe.
Noch eine wichtige Bemerkung: Die Fassun-

Bild 2. Die Lage der Drahtbrücke zur Verbindung der Leiterbahnen für die Null-Spannung.



gen sollten möglichst hochwertig sein, trotz des hohen Preises. In der Praxis zeigt sich nämlich, daß zahlreiche Billigtypen für das häufige Stecken und Ziehen der ICs nicht geeignet sind; schlechte Kontakte sind die unangenehme Folge. Was man beim Experimentieren am allerwenigsten gebrauchen kann, sind Funktionstörungen dort, wo man sie nicht sucht.

kommen.

Das erste Beispiel, die in Bild 3 angegebene Schaltung, betrifft drei Transistorstufen, wie sie in der Praxis häufig vorkommen. Die Gesamtschaltung ist übrigens rein willkürlich gewählt, dient also nicht einem bestimmten Zweck.

Die erste Stufe mit T1 ist ein elektronischer Schalter, der Emitter liegt an Null. Es

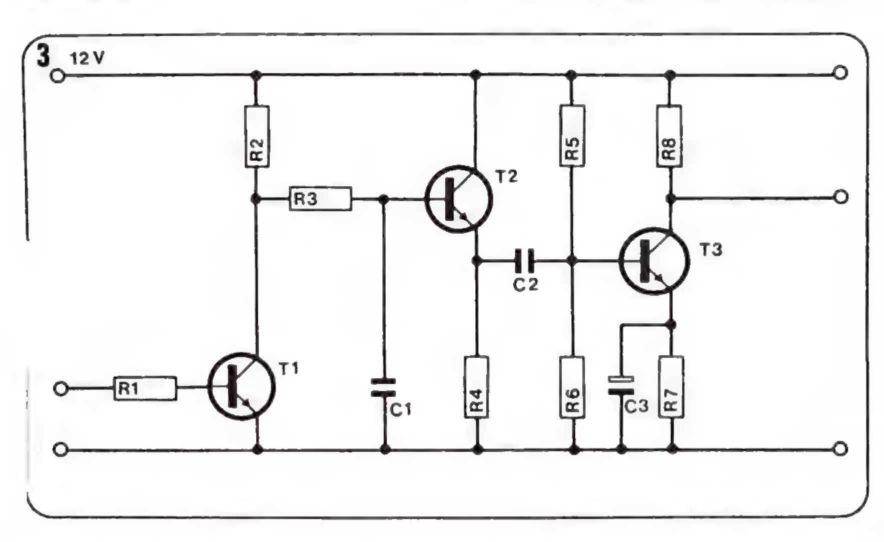


Bild 3. Eine Schaltung ohne praktischen Nutzen, die aber ein gutes Beispiel für die Bestückung des H.E.L.P. mit unterschiedlichen Transistorstufen darstellt. Links eine Transistor-Schaltstufe, in der Mitte ein Emitterfolger, rechts ein Verstärker für Wechselspannungs-Signale.

BESTÜCKUNGSBEISPIELE FÜR DIE PRAXIS

Wenn man intensiv mit dem Print arbeitet, findet man schnell heraus, wie sich die Experimentierschaltungen zweckmäßig und übersichtlich aufbauen lassen. Hier soll an zwei Beispielen gezeigt werden, daß die meisten Schaltungen ohne viel Verdrahtung aus-

schließt sich ein Emitterfolger an; sein typisches Merkmal: Der Kollektor liegt an der Speisespannung. Die dritte Stufe mit Transistor T3 ist ein Verstärker, Emitter und Kollektor liegen über Widerstände an Plus bzw. Masse.

Bild 4 zeigt, wie die Schaltung auf dem Print aussieht. Der erste Transistor wird so (auf die Kupferseite) gelötet, daß der Emitter un-

Bild 4. Die Übersetzung der Schaltung aus Bild 4 auf dem Experimentierprint. Es zeigt sich, daß Dank geschickter Anordnung der Bauelemente keine Drahtbrücken erforderlich sind.

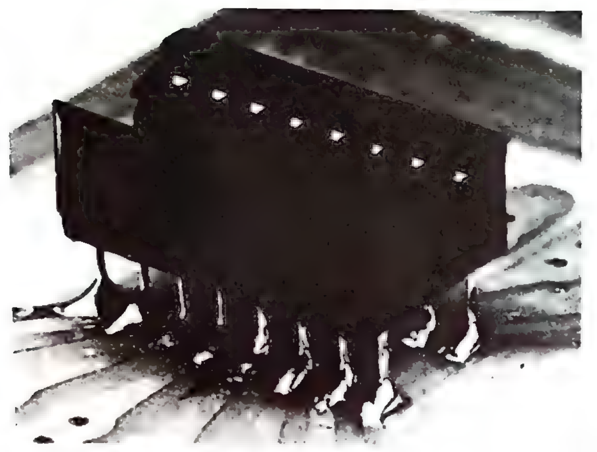
mittelbar an der äußeren Null-Leitung liegt. Kollektor und Basis kommen an zwei benachbarte „5 Augen-Strips". Der Kollektorwiderstand R2 kann unmittelbar zwischen den betreffenden Strip und die lange Plusleitung gelötet werden.

Beim zweiten Transistor liegt der Kollektor unmittelbar an der Plusleitung, Basis und Emitter kommen an zwei Strips.

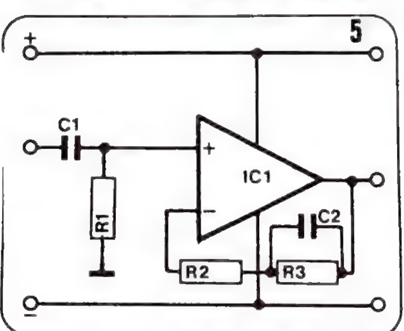
Aus der Anordnung von T3 und den zu dieser Stufe gehörenden Bauelementen geht hervor, wie eine Verstärkerstufe aufgebaut werden kann. Natürlich sind alle hier gezeigten Aufbauten nur Vorschläge, also keineswegs zwingende Vorschriften.

In der Praxis zeigt sich, daß Dank der großzügigen Auslegung des Prints auch beim bestückten Print jede Lötstelle gut zugänglich





So werden die IC-Fassungen auf die Kupferseite des Experimentierprints gelötet. Die Füße der 16-poligen Fassungen versinken bei dieser Montageart nicht in den Printbohrungen, deshalb sind auch keine Bohrungen an diesen Printstellen vorgesehen. Jedes „Loch" kostet in der Herstellung viel Geld, und der H.E.L.P. hat sowieso eine fast unwahrscheinliche Anzahl: fast 500!



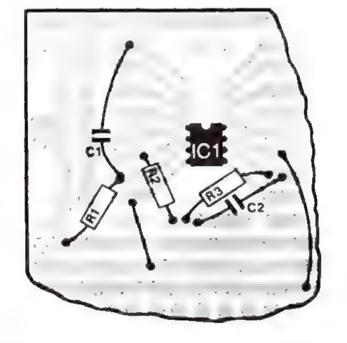


Bild 5. Beispiel einer Schaltung mit OpAmp.

Bild 6. Die Schaltung aus Bild 5 auf dem Print.

ist, und zwar sowohl für den Lötkolben, als auch für eine Prüf- oder Meßspitze.
Das zweite Bestückungsbeispiel betrifft einen Wechselspannungs-Verstärker mit frequenzabhängiger Rückkopplung, aufgebaut mit einem integrierten Operationsverstärker 741 (Bild 5). In Bild 6 ist die Bestückung angegeben. Für die positive und negative Speisespannung sind zwei Drahtbrücken erforderlich. Als Eingang der Schaltung (C1) wird ein freier „3 Augen-IC-Strip" benutzt. Sollte gelegentlich in sehr komplexen Schaltungen der Platz um das IC nicht reichen, so können selbstverständlich auch Bauelemente auf der Unterseite des Prints angeordnet und durch die Bohrungen gesteckt werden.
Natürlich entsteht auf dem Experimentier-Print immer ein Drahtverhau, wie es eines der Fotos zeigt. Wer das nicht schön findet und keine ästhetischen Merkmale entdecken kann, sollte bedenken, daß es in Industrielabors nicht anders zugeht.



Nach Siemens und Texas Instruments, deren populärste Veröffentlichungen zur Elektronik in den letzten beiden Buchtips vorgestellt wurden, folgt nun ein weiterer „Grosser".

VALVO

Die Firmenbezeichnung hört sich reichlich anonym an, so, als ob „die" nur Sachen für Eingeweihte machen. Dabei ist Valvo offiziell der „Unternehmensbereich Bauelemente der Philips GmbH". Glühlampen und Rasierer, modernste Halbleiter und Farbbildröhren kommen aus demselben Haus, aber für elektronische Bauelemente klingt Valvo irgendwie schicker.
Mit seinen zahlreichen Forschungs- und Entwicklungslabors im In- und Ausland ist Philips technologisch immer am Ball. Erfreulich für uns Hobbyelektroniker, daß es zu neuen Bauelementen auch Schaltungsbeispiele gibt, die nicht nur Schaltungsprinzipien zeigen, sondern detaillierte Beipiele einschließlich der gemessenen technischen Daten.
Inzwischen gibt es von diesen Schaltungsbeispielen drei Zusammenfassungen, im großen Format und gar nicht teuer.

Heft-Nr.	Schaltungen	Preis
1	89	12,50
2	62	10,00
3	52	10,00

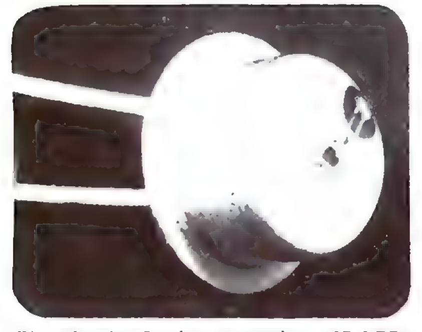
In jedem Band sind die Schaltungen nach Sachgebieten geordnet. Da gibt es

Meßtechnik und Überwachung
Steuer- und Regelschaltungen
Digitaltechnik
Rundfunkempfänger und NF-Verstärker
Hobby und Haushalt
Stromversorgung
Generatoren und Oszillatoren, Sender

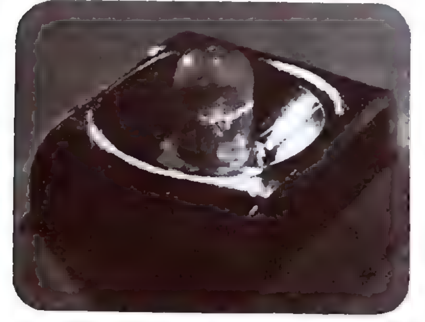
Anderenorts gibt es also Senderschaltungen, so daß man nicht unbedingt Abstinenz üben muß, sondern alle Konsequenzen des Sendens kennenlernen kann (siehe Vorwort dieser Ausgabe).
Insgesamt sind es 203 Schaltungen, die als „ausgeknautscht" gelten können, wie alle Schaltungsvorschläge, die offiziell aus den Entwicklungslabors der Industrie herausgelassen werden. Damit hat man die Gewähr einer hohen Nachbausicherheit.
Was die Hefte nicht bieten: Funktionsbeschreibungen. Zum Studium der Elektronik eignet sich das Material also nicht.
In der Valvo-Buchreihe gibt es noch zahlreiche Titel die, die sich ausführlich mit Grundlagen oder mit speziellen Bauelementen befassen. Die Titel stehen in der Übersicht „Valvo-Buchreihe/Valvo-Handbuch". Die Übersicht und die hier besprochenen Hefte gibt es bei:

Verlag und Buchhandlung Boysen + Maasch, Hermannstraße 31, 2000 Hamburg 1, Tel. 040 - 33 09 03.

Der „harte Kern" des Empfängers: Der IR-Detektor, die Fotodiode BPW 34 (Valvo).



Eine der im Sender verwendeten IR-LEDs; es ist der Typ LD 241 von Siemens.



Einen Versuch wert: der von Siemens entwickelte Spezialreflektor für IR-LEDs.

INFRA FERNS

Es gibt verschiedene Systeme für Fernschalter und Fernbedienungen. Das älteste beruht auf dem elektromagnetischen Prinzip. In einer großen Spule, die in den Boden eingelassen ist, fließt ein Strom. Es entsteht ein starkes Magnetfeld, das in einer (nicht ortsgebundenen) Spule ein Signal erzeugt. Die Nachteile dieses Systems: Der Sender ist ortsgebunden, verbraucht viel Steuerenergie, und das Eingraben der Spule ist mühsam.

Besser ist da schon das Ultraschall-System, das auf einer Schallfrequenz von z.B. 39 Kilohertz arbeitet. Der US-Geber kann in ein kleines Gerät eingebaut werden und mit Batterie-Speisung arbeiten. Geber und Empfänger müssen zueinander ausgerichtet sein. Auch dieses System hat einen Nachteil: Es reagiert leicht auf Störsignale, die sich, weil sie unhörbar sind, nur schwer lokalisieren lassen.

Ein weiteres System arbeitet mit infrarotem, also unsichtbarem Licht. Gegenüber einem Ultraschall-System ist es weniger störempfinglich, und es lassen sich größere Nutzentfernungen erzielen (10 Meter und mehr).

Schließlich gibt es natürlich noch die Funk-Fernsteuerungen, sie bleiben hier jedoch außer Betracht, weil der Selbstbau zu schwierig ist.

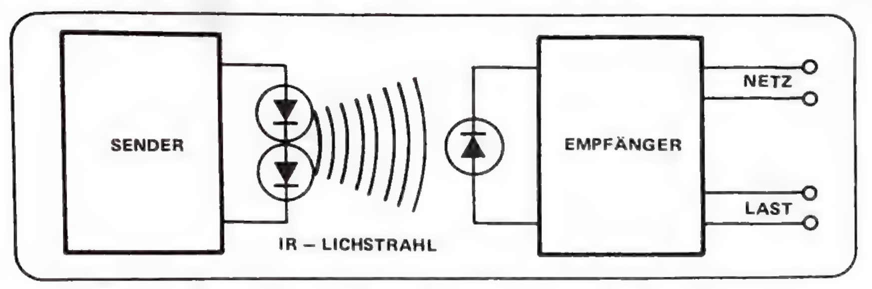
—ROT—
CHALTER

SYSTEMWAHL

Aus dem Titel dieser Baubeschreibung geht hervor, daß die Wahl auf ein Fernschaltungs-System gefallen ist, das mit infraroter Strahlung arbeitet.
Ausschlaggebend dafür waren nicht nur die in der Einleitung genannten Vorteile, sondern auch die Tatsache, daß die IR-Technik die modernste Art der Fernbedienung ist, während sowohl die benötigten IR-LEDs als auch die IR-Fotodiode nicht zu teuer und gut erhältlich sind.
Wie das Titelbild dieser Ausgabe zeigt, befindet sich der Sender in einem kleinen, handlichen Gehäuse. An Bedienungselementen gibt es nur einen Taster, sonst nichts. Betätigt man den Taster, so sendet das Gerät einen IR-Strahl aus, dessen Charakter später beschrieben wird. Eine Stirnfläche des Sender-Gehäuses enthält fünf Öffnungen, in denen sich die IR-LEDs befinden.
Dem Empfänger wurde ein sehr spezielles Gehäuse verpaßt. Ein in erster Instanz zum Sender voll identisches Kästchen enthält einen Bestandteil eines anderen Gehäuses, und zwar eine Platte mit Netzstecker, so daß dieses Gespann als Ganzes in eine Netzdose gesteckt werden kann.
Die Konstruktion sieht gut aus, allerdings läßt sie sich nur dann in der vorgesehenen Weise verwenden, wenn ausreichend Platz in der Umgebung der betreffenden Netzdose ist. Selbstverständlich kann man die Gehäusefragen auch individuell lösen.

ZWEI HAUPTFORDERUNGEN

An einen Infrarot-Fernschalter sind zwei wichtige Forderungen zu stellen. Zunächst: Der Sender soll bei möglichst großer Reichweite so wenig Energie wie möglich verbrauchen. Die Energiefrage stellt sich, weil so ein Sender selbstverständlich nicht ortsgebunden sein darf, so daß Netzspeisung nicht zur Diskussion steht. Bei Batteriespeisung nimmt das Sendergehäuse die Batterie auf, so daß die Handlichkeit des Gehäuses mit dem Umfang und dem Gewicht der Batterie steht und fällt. Eine kleine Batterie zwingt natürlich zu einem Schaltungskonzept, das einen möglichst geringen Energiebedarf einschließt. Die „Geradeaus-Lösung", nämlich eine Reihenschaltung aus Batterie, Taster und IR-LEDs, paßt, wie sich zeigen wird, nicht in dieses Konzept.
Die Batterien wären bei dem hohen LED-Strom, den dieses Konzept erfordert, nach kurzer Zeit verbraucht. Deshalb fließt durch die IR-LEDs ein impulsförmiger Strom. Das Verfahren hat zwei Vorteile: Einmal dürfen die Impulse höhere Stromwerte haben als ein Dauerstrom, was der Reichweite zugute kommt, zum anderen ist die mittlere Belastung der Batterie während des Sendens ge-



Zum Prinzip der IR-Anlage. Der Empfänger schaltet „auf Befehl" eine Last ein- und aus.

ringer.
Die zweite wichtige Forderung an das System ist die Unempfindlichkeit gegen eventuelle Störstrahlungen. Der Empfänger enthält einen Speicher für die vom Sender gegebenen Befehle, dieser Speicher schaltet das am Empfängerausgang angeschlossene Gerät ein und aus. Bei Störungen würde dieses Gerät zu völlig unbestimmten Zeitpunkten geschaltet, was natürlich nicht vorkommen darf. Es sind demnach wirksame Sicherungen gegen solche Störungen vorzusehen.
Eine erste Maßnahme nutzt die Tatsache, daß der Sender mit kurzen IR-Lichtimpulsen arbeitet. Diese haben eine bestimmte Impulsfolge-Frequenz. Der Empfänger wird nun so ausgelegt, daß er seine maximale Empfindlichkeit bei dieser Frequenz hat. So können sich z.B. Lichtimpulse, wie sie beim Einschalten einer Leuchtstofflampe auftreten, nicht störend bemerkbar machen.
Eine weitere Sicherungsmaßnahme gegen Störungen kann dadurch vorgesehen werden, daß man den Empfänger nur auf solche Impulse reagieren läßt, die eine bestimmte Mindest-Impulsdauer haben. Die Praxis zeigt nämlich, daß die meisten Störimpulse nur „kurz" sind. Wenn der Empfänger so ausgelegt ist, daß er nur dann reagiert, wenn die Impulskette z.B. mindestens 1 Sekunde „dauert", dann haben Störimpulse keine Chance. ●

IR SENDER

**Das Impuls/Pause-Verhältnis der die IR-LEDs steuernden Stromimpulse muß mit Rücksicht auf den Energieverbrauch günstig gewählt werden. Die Reichweite, die von der Stromstärke der Impulse abhängt, soll auch beim Altern der Batterien nicht abnehmen.
Wie die Lektüre dieser einfachen Baubeschreibung zeigt, ist es mit geringem Aufwand möglich, alle genannten Forderungen zu erfüllen.**

BLOCKBILD DES SENDERS

Bild 1 zeigt den einfachen funktionellen Aufbau des Senders in blockschematischer Darstellung. Die Funktionsgruppen: Ein Generator, eine Steuerstufe und eine Konstantstromquelle.
Wie sich aus der Einleitung zu diesem Beitrag unschwer ersehen läßt, muß die Frequenz des Generators stabil sein.
Die Senderschaltung wird aus zwei 9 Volt-

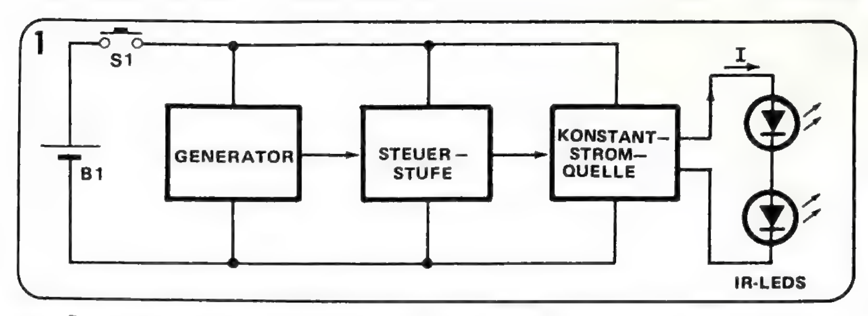


Bild 1. Die Funktionsblocks im IR-Sender. Der Generator erzeugt eine Rechteckspannung, mit der über eine Steuerstufe eine Konstantstromquelle im 1 Kilohertz-Takt „gepulst" wird. Die Konstantstromquelle steuert einen Strom von ca. 200 mA durch die IR-Leuchtdioden.

Batterien gespeist. Diese müssen während des Sendens einen für ihre Verhältnisse großen Strom liefern, nämlich 200 Milliampere, unterbrochen allerdings durch die Impulspausen. Trotzdem bricht die Batteriespannung zusammen. Zwar wird die Generatorspeisespannung in der Schaltung stabilisiert, aber diese Maßnahme reicht nicht aus: es ist erforderlich, eine Generatorschaltung einzusetzen, die durch eine weitgehende Unabhängigkeit der Generatorfrequenz von der Speisespannung gekennzeichnet ist.
Ein geeigneter Schaltungstyp ist ein Rechteckgenerator, der aus zwei Gattern eines COS-MOS-ICs besteht. Solche Schaltungen haben aber einen großen Nachteil: Sie können nicht viel Signalstrom liefern. Deshalb folgt auf den Generator zunächst eine Treiberstufe, die das 1 Kilohertz-Signal verstärkt. Die Treiberstufe steuert die Konstantstromquelle.

Die drei Blöcke in Bild 1 sorgen dafür, daß durch die Sende-IR-LEDs kurze Impulsströme fließen, mit konstanter Stromamplitude und konstanter Impulsbreite und -frequenz. Das Blockbild zeigt auch, daß der Sender durch einfaches Betätigen eines Tasters in Betrieb gesetzt wird; sobald der Tasterkontakt schließt, schwingt der Generator, auch die anderen Funktionsgruppen liegen an Speisespannung.
Noch eine Bemerkung zur Konstantstromquelle. Im Prinzip ist sie nicht erforderlich. Für die LEDs gibt der Hersteller einen maximal zulässigen Dauer- bzw. Impulsstrom an. Die maximale Reichweite wird erzielt, wenn man mit dem Strom bis zu dieser Höchstgrenze geht. Im Prinzip würde es demnach genügen, die IR-LEDs über einen Strombegrenzungswiderstand zu betreiben, dessen Widerstandswert man einfach aus der Speisespannung, dem gewünschten Strom und dem Spannungsabfall über den LEDs berechnen kann. Bei dieser Lösung nimmt jedoch im Zuge der Batteriealterung die Speisespannung ab, so daß auch der LED-Strom und damit die Reichweite des Senders abnehmen. Mit einer Konstantstromquelle im Stromkreis der Sende-LEDs ist der Strom sehr viel weniger von der Batteriespannung abhängig, er bleibt auch bei Abnahme der Batteriespannung auf dem vorgegebenen Wert. Erst wenn die Batterien so ziemlich ganz am Ende sind, fällt die Reichweite schnell ab.

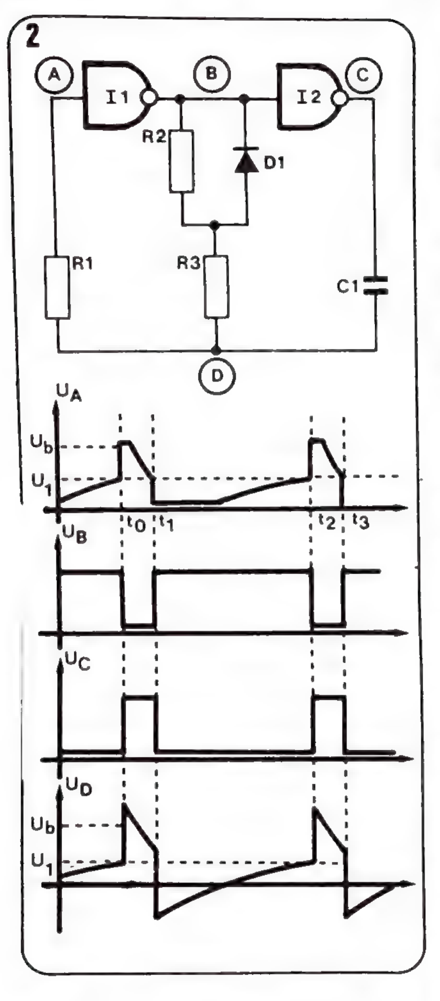


Bild 2. Das Prinzip eines mit COSMOS-Gattern aufgebauten Generators. Die Diode D1 und Widerstand R2 gehören nicht zum Prinzip, sie sind hier mit Rücksicht auf ein grosses Impuls/Pause-Verhältnis erforderlich.

DAS PRINZIP DES GENERATORS

Bild 2 zeigt die einfache Schaltung eines Rechteckgenerators mit zwei COS-MOS–NAND-Gattern.

Die beiden Eingänge der integrierten Gatter sind zusammengeschaltet, so daß die NANDs als Inverter arbeiten (I1, I2). Somit ist das Ausgangssignal bei jedem Gatter zu dessen Eingangssignal invers: Eingang „H“, Ausgang „L“, und umgekehrt.

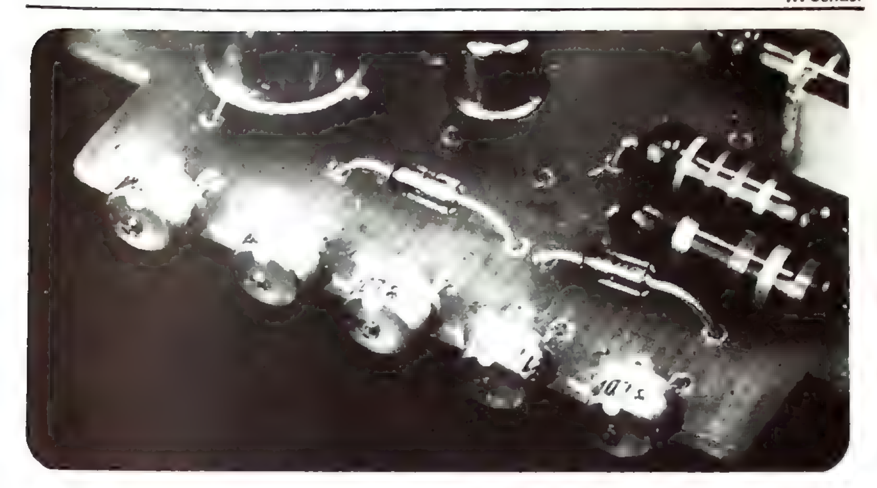
Die Senderschaltung geht dann besonders ökonomisch mit ihrem Energielieferanten - den beiden 9 Volt-Batterien - um, wenn die Stromimpulsdauer kurz ist in Bezug auf die Wiederholungsfrequenz der Impulse. Die Rechteckspannung bekommt in diesem Fall ein merkwürdiges Aussehen, weil sie stark unsymmetrisch ist. Wie die obere Grafik in Bild 2 zeigt, ist die „EIN“-Zeit der Impulse tatsächlich wesentlich kürzer als die „AUS“-Zeit; der L-Zustand dauert wesentlich länger als der H-Zustand.

Die Funktionsweise der Schaltung wird anhand der Grafiken in Bild 2 erläutert, dort sind für alle wichtigen Schaltungspunkte die Spannungen sowie ihre im zeitlichen Verlauf auftretenden Änderungen dargestellt.

Zum Zeitpunkt t0 macht die Ausgangsspannung Uc des Generators einen Sprung von L nach H. (Dieser Sprung wird hier willkürlich angenommen. Daß er tatsächlich stattfindet, hängt mit der Vorgeschichte der Schaltung zusammen).

Kondensator C1 überträgt diesen Spannungssprung zum Schaltungspunkt D, denn ein Kondensator hat zwar für Gleichspannungen einen unendlich hohen Widerstand, einen plötzlichen Spannungssprung sieht er jedoch als Wechselspannung an.

Die Spannung an Punkt D hatte vor dem Sprung einen bestimmten niedrigen Wert U1. Die Sprungamplitude Ub addiert sich zu der vorhandenen Spannung U1, so daß die Span-



nung an Punkt D nun den Betrag UD = U1 + Ub hat. Mit Ub ist die Speisespannung des Generators bezeichnet; da die COS-MOS-ICs mit den logischen Pegeln L = Masse und H = Ub arbeiten, ist es logisch, daß der betrachtete Sprung von L nach H eine Amplitude von Ub hat.

Das Gatter I2 ist, wie bereits erwähnt, als Inverter beschäftigt. Bei dem zum Zeitpunkt t0 an seinem Ausgang angenommenen Sprung von L nach H hat am Eingang der inverse Sprung von H nach L stattgefunden.

Punkt B liegt also auf Null (Masse), so daß sich der Kondensator, der auf U1 + Ub geladen ist, über R3 und die zu diesem Widerstand in Reihe liegende Parallelschaltung aus R2 und D1 entladen kann. Der Entladestrom wählt den Weg des geringsten Widerstandes, und der führt über D1, nicht über R2. Die Diode liegt ja in Flußrichtung in diesem Zweig, da Punkt D positiv gegen Punkt B ist. Der Entladestrom hat einen relativ hohen Wert, weil der Widerstand R3, der den Strom begrenzt, in seinem Wert klein ist. Somit nimmt die Spannung an Punkt D im Zeitraum zwischen t0 und t1 schnell ab.

Mit dem Punkt D ist über Widerstand R1 auch der Eingang des Inverters I1 verbunden. Wie die Grafik zeigt, erreicht die Spannung an Punkt A (zum Zeitpunkt t0) nicht den Betrag U1 + Ub, wie an Punkt D. Diese Erscheinung hat ihre Ursache in der internen Struktur des COS-MOS-ICs. Schutzmaßnahmen am Eingang des Gatters sorgen nämlich dafür, daß die Eingangsspannung niemals Werte über Ub oder unter Null annehmen kann.

Jedenfalls wird Punkt A zum Zeitpunkt t0 „H", und der Ausgang dieses Gatters, Punkt B, wird „L".

Nach dem Zeitpunkt t0 ist nur die Kondensatorspannung „in Bewegung". Zum Zeitpunkt t1 ist der Kondensator so weit entladen, daß seine Spannung einem bestimmten Potential U1 entspricht. Dieser Wert U1 charakterisiert eine Art Schaltschwelle des Inverters I1. Fällt die Spannung an A auf diesen Schwellenwert, so ändert das Gatter seinen Ausgangszustand, ähnlich wie ein Flip-Flop; Punkt B wird also in diesem Moment „H". Der Inverter I2 ändert unmittelbar seinen logischen Zustand: Der Ausgang (C)

geht von H nach L. Diesen Spannungssprung überträgt der Kondensator C1 zum Punkt D, dessen Potential zu diesem Zeitpunkt auf einen Wert von etwas über U1 abgefallen ist. Der Sprung mit seiner Amplitude –Ub zieht die Spannung an D in den negativen Bereich. Über Widerstand R1 macht auch der Eingang von Inverter I1 diesen Sprung mit, allerdings nur bis zum Nullpotential, denn die Eingangsschaltung dieses Gatters verhindert negative Werte der Eingangsspannung.

Kondensator C1 kann sich nun aufladen, denn Punkt B ist jetzt, kurz nach dem Zeitpunkt t1, positiv gegen Punkt D. Die Diode D1 sperrt in dieser Situation natürlich, weil sie in der „falschen" Richtung zwischen den unterschiedlichen Potentialen liegt. Die Höhe des Ladestromes wird durch den Widerstandswert der Reihenschaltung R2 + R3 bestimmt. Da R2 einen höheren Wert hat als R3, ist der Ladestrom in seinem Betrag viel größer als vorher der Entladestrom. Mit anderen Worten: Es dauert relativ lange, bis der Kondensator an Punkt D auf das Potential U1 geladen ist.

Zum Zeitpunkt t2 ist es so weit. Am Eingang des Gatters I1 erreicht die Spannung den bereits erwähnten Schwellenwert, bei dem der Inverter seinen Zustand ändert. Die Vorgänge zum Zeitpunkt t2 unterscheiden sich in nichts von den Vorgängen, die bei t0 stattgefunden haben und bereits erläutert wurden.

Damit hat sich ein vollständiger Zyklus aller im Generator stattfindenden Vorgänge abgespielt. Die willkürlich angenommene Anfangsbedingung (ein Sprung von L nach H am Punkt C, und die Spannung an Punkt D habe den Wert U1) stimmt mit der Wirklichkeit überein.

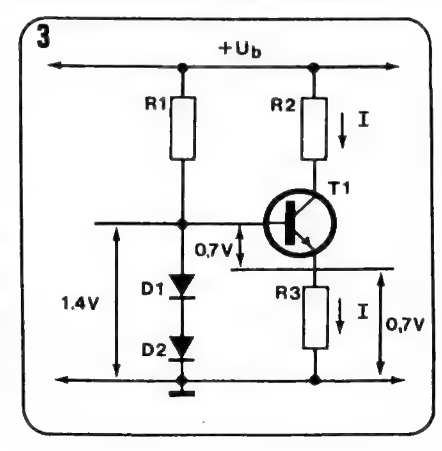
Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß am Ausgang der Schaltung, Punkt C, eine Rechteckspannung erscheint, die stark unsymmetrisch ist: Die H-Zeit ist wesentlich kürzer als die L-Zeit. Die Frequenz der Spannung hängt von der Geschwindigkeit ab, mit der sich der Kondensator auf- und wieder entlädt. Diese Zeiten lassen sich durch Ändern der Widerstandswerte R2 und R3 beeinflussen. Führt man einen der Widerstände später als Trimmer aus, so kann man die Frequenz in einem gewissen Bereich genau einstellen.

KONSTANTSTROMQUELLE

Die Vorteile, die sich aus der Verwendung einer Konstantstromquelle im IR-Sender ergeben, wurden bereits genannt. Es ist aber keineswegs so, daß hier nur „das Beste gerade gut genug" wäre. Kleinere Abweichungen des Stroms vom vorgesehenen Wert sind völlig unschädlich, unabhängig von ihrer Ursache. Deshalb genügt hier die einfache Ausführung einer Konstantstromquelle: Siehe Bild 3.

Die Basis eines Transistors wird auf eine konstante Spannung gelegt, etwa mit Hilfe zweier in Reihe geschalteter Siliziumdioden, in

Bild 3. Zum Prinzip einer Konstantstromquelle mit einer einfachen Transistorstufe. Der Betrag des Stroms I ist unabhängig von R3.



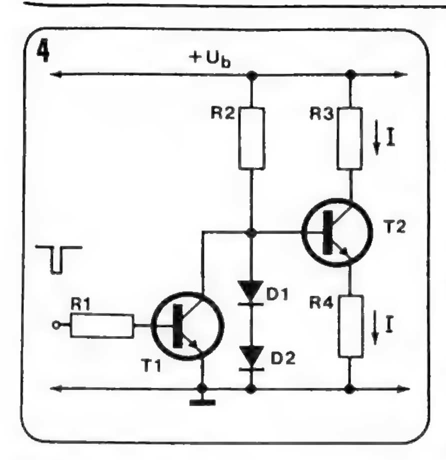


Bild 4. Eine steuerbare Konstantstromquelle. Solange T1 sperrt, arbeitet die Quelle normal. Im Leitzustand von T1 ist T2 dagegen „zu".

denen ein Strom fließt. Bekanntlich entsteht an einer in Flußrichtung betriebenen Si-Diode eine Spannung von ca. 0,7 Volt; zwei Dioden machen 1,4 Volt.

In der Emitterleitung des Transistors liegt der Widerstand R3, während in der Kollektorleitung der als Widerstand R2 bezeichnete Verbraucher liegt, den man mit dem Konstantstrom speisen will.

Zwischen Basis und Emitter eines leitenden Transistors steht eine Spannung von 0,7 Volt. Diese Halbleiterstrecke liegt in Reihe zum Widerstand R3, und diese Reihenschaltung liegt parallel zu der anderen Reihenschaltung aus D1 und D2. Alles, was parallel geschaltet ist, hat die gleiche Spannung. Damit steht fest, welchen Betrag die Spannung über R3 hat: 1,4 Volt (D1+D2) minus 0,7 Volt (T1) macht 0,7 Volt.

Diese Spannung ist innerhalb bestimmter Grenzen unabhängig vom Wert von R3, so daß man mit der Wahl des Widerstandswertes für R3 den Strom bestimmen kann, der durch dieses Bauelement fließt:

I = 0,7 Volt geteilt durch R3. Dieser Strom fließt vom Pluspol über den Verbraucherwiderstand R2, die Kollektor/Emitter-Strecke von T1 über R3 nach Masse. Mit R3 wird also der Konstantstrom I im Verbraucher R2 in seinem Wert bestimmt. Daß es sich tatsächlich um einen Konstantstrom handelt, geht aus dem Prinzip hervor: Die Spannung über R3 und R3 selbst sind Konstanten.

Trotzdem kann man, sozusagen „sicherheitshalber", überlegen, wie sich die Schaltung gegenüber Änderungen der Speisespannung verhält. Nimmt die Speisespannung z.B. ab, so will der Strom I zunächst ebenfalls in seinem Wert abnehmen (Ohmsches Gesetz). Dabei verringert sich der Spannungsabfall an R3, denn der Strom I fließt ja auch durch dieses Bauelement. Wird der Spannungsabfall an R3 geringer, dann bedeutet dies eine Abnahme des Emitterpotentials. Die Basisspannung bleibt auf ihrem Wert von ca. 1,4 Volt, so daß die Differenzspannung zwischen Basis und Emitter zunimmt; diese Differenzspannung und das Emitterpotential ergeben zusammen ebenfalls 1,4 Volt.

Beim Ansteigen der Basis/Emitter-Spannung nimmt der Basisstrom zu; der Transistor wird weiter in den Leitzustand gesteuert, d.h. sein Kollektorstrom (I) nimmt ebenfalls zu. Somit wirkt die Schaltung selbsttätig der ursprünglich angenommenen Verringerung des Stromes (als Folge einer Verminderung der Speisespannung) entgegen.

Die Sache funktioniert sinngemäß auch für den Fall, daß die Speisespannung zunimmt.

Aus dem Blockbild geht hervor, daß der Konstantstrom nicht kontinuierlich durch die Last (die IR-LEDs) fließt, sondern von einem Generator „gepulst" wird. Ist die Ausgangsspannung des Generators momentan H, dann muß der Strom fließen; in den Impulspausen (Ausgangsspannung L) dagegen fließt kein Strom. An diese Forderung muß natürlich das Konzept der Konstantstromquelle angepaßt sein.

Bild 4 zeigt die Schaltung der „steuerbaren Konstantstromquelle". Die Sache ist einfach.

Parallel zu den Dioden D1 und D2, mit denen die Basisvorspannung des Transistors erzeugt wird, liegt die Kollektor/Emitter-Strecke eines zusätzlichen Transistors T1.

Solange dieser Transistor nicht gesteuert wird, seine Basis kein Signal erhält, ist T1 gesperrt und hat keinen Einfluß auf die Funktion der Konstantstromquelle. Ist jedoch ein Rechteckpuls als Steuersignal vorhanden, so leitet T1 während die H-Zeiten des Signals. Leiten bedeutet hier: Der Transistor wird in die Sättigung gesteuert, die Kollektor/Emitter-Strecke ist praktisch als Kurzschluß aufzufassen. Die Basis von T2 liegt somit auf Masse, dieser Halbleiter sperrt und die Konstantstromquelle ist „versiegt".
Aus dieser Beschreibung folgt, daß der Transistot T1 mit einem Signal gesteuert werden muß, das zu dem Ausgangssignal des Generators invers ist. Der Generator liefert nämlich einen Rechteckpuls mit kurzen H-Zeiten; während dieser Perioden soll die Konstantstromquelle arbeiten. Die Steuerstufe T1 in Bild 4 schaltet jedoch die Stromquelle während der H-Zeiten ab. Deshalb muß zwischen den Ausgang des Generators und die Steuerstufe ein Inverter geschaltet werden, der aus kurzen H-Zeiten kurze L-Zeiten und aus langen L-Zeiten lange H-Zeiten macht.

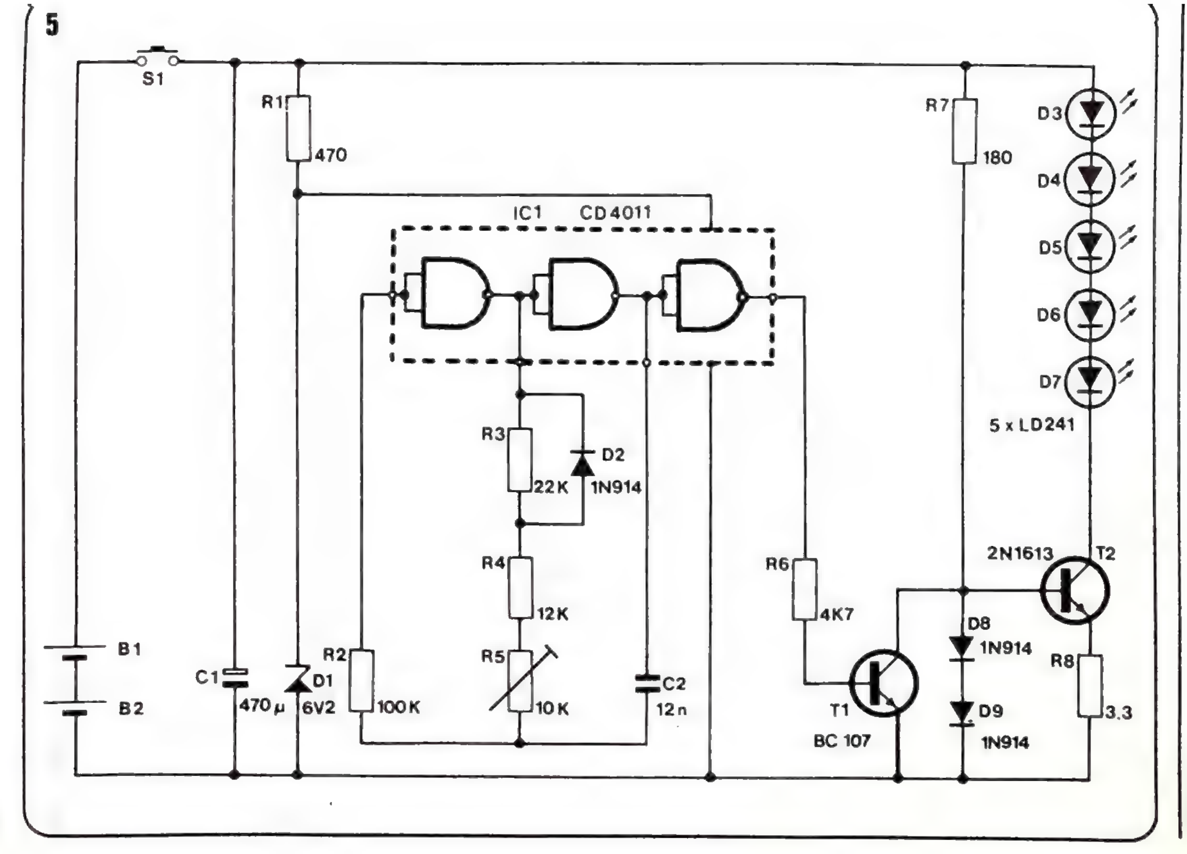
GESAMTSCHALTUNG

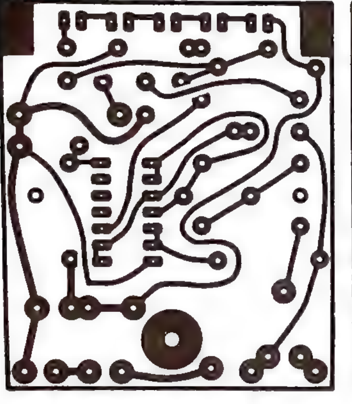
In Bild 5 finden alle Funktionsblöcke des IR-Senders zusammen.
Zwei in Reihe geschaltete 9 Volt-Batterien erzeugen die Speisespannung von ca. 18 Volt. Beim Schließen des Taster-Kontaktes S1 entsteht die Verbindung zwischen der Stromversorgung und der Schaltung.
Dabei wird der Elko C1 geladen, er „puffert" die Batterien. Damit hat es folgendes auf sich: Der doch recht große Strom, den die Batterien im Sendebetrieb liefern müssen, verursacht am Innenwiderstand der Batterien einen ansehnlichen Spannungsabfall; im Takt des Generators verursacht dieser Spannungsabfall eine rhythmische Schwankung der Speisespannung. Der einmal aufgeladene Elko liefert zusätzliche Energie, so daß die Speisespannung wesentlich stabiler ist.
Über den Widerstand R1 und die Z-Diode D1 wird der Generator mit einer ausreichend konstanten Speisespannung versorgt. Dieser Schaltungsteil wurde um den Trimmer R5 erweitert, er dient zur Einstellung der Senderfrequenz.
Eines der Gatter im IC CD4011 dient als Inverter, so daß die Konstantstromquelle das richtige Steuersignal bekommt, ohne zusätzlichen Aufwand.
Die Transistorstufen T1 und T2 bilden die steuerbare Konstantstromquelle, die in den EIN-Phasen einen Strom von ca. 200 Milliampere durch die fünf IR-LEDs steuert.

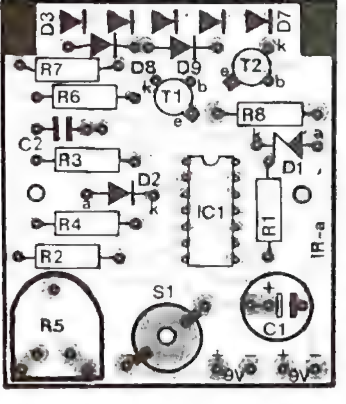
BAUHINWEISE

Die Bilder 6 und 7 zeigen Printlayout und Bestückungsplan für den IR-Sender.
Bevor man den Lötkolben anheizt, sind die in zwei Printecken angegebenen schwarzen Flächen auszusägen.
Die Fotos zu diesem Beitrag zeigen die Besonderheiten der Bestückung und des Baus. Ausdrücklich sei allerdings darauf hingewiesen, daß das COS-MOS-IC auf eine Fassung kommen muß. Der Widerstand 3,3 Ohm/1 W ist eine Drahtausführung.
Der Taster S1 wird auf der Kupferseite ver-

Bild 5. Gesamtschaltung des IR-Senders. Zur Stromversorgung dienen zwei in Reihe geschaltete 9 V-Batterien, die im vorgesehenen Gehäuse zusammen mit der Schaltung Platz finden.


5
S1
R1
470
IC1
CD4011
R7
180
D3
D4
D5
D6
D7
5 x LD241
R3
22 K
D2
1N914
R4
12 K
R5
10 K
R2
100 K
C2
12 n
R6
4K7
2N1613
T2
D8
1N914
D9
1N914
R8
3,3
T1
BC 107
B1
B2
C1
470 µ
D1
6V2





6+7

Die fünf IR-LEDs werden sauber an der oberen Kante des Prints eingelötet und ausgerichtet. Für IC1 empfiehlt sich die Verwendung einer 14-poligen DIL-Fassung.

schraubt, so daß sein hinteres Ende weit auf der Bestückungsseite aus dem Print herausragt; zwei blanke Drahtstücke (Abschnitte von anderen Bauelementen) stellen die Verbindungen zwischen den Tasteranschlüssen und den zuständigen Printstellen her.

Stückliste

WIDERSTÄNDE 1/4 WATT

R1 = 470 Ohm
R2 = 100 k-Ohm
R3 = 22 k-Ohm
R4 = 12 k-Ohm
R5 = 10 k-Ohm Trimmer, liegend
R6 = 4,7 k-Ohm
R7 = 180 Ohm
R8 = 3,3 Ohm, 1 W, oder 3 x 10 Ohm par.

KONDENSATOREN

C1 = 470 µF, 25 V, RMe s. Bild
C2 = 12 nF, z.B. Siemens MKM

HALBLEITER

D1 = Z-Diode 6,2 V/400 mW
D2, D8, D9 = 1 N 4148 (1 N 914)
D3, D4
D5, D6, D7 = IR-LED LD 241, LD 242
T1 = BC 107
T2 = 2 N 1613
IC1 = CD 4011

SONSTIGES

S1 = Miniaturtaster, 1 x EIN
2 x 9 V - Batterie-Clips, für 2 Batterien
2 x Abstandsröhrchen 5 mm
2 x Schrauben M3x20
2 x Muttern M3
1 x IC-Fassung DIL 14
1 x Gehäuse, Fabrikat Ormatu, Typ BIM-2003

GEHÄUSE – EINBAU



Der Print wurde so entworfen, daß er in ein bestimmtes Gehäuse paßt. Es handelt sich um den Typ BIM-2003, Fabrikat Ormatu (Erhältlichkeit: bitte den Anzeigenteil beachten). Der Print paßt, zusammen mit den beiden 9 Volt-Batterien, genau in ein solches Gehäuse.
Die Montage des Prints im Gehäuse erfolgt in der Weise, daß der Print an der LED-Seite an der Gehäuse-Innenwand anliegt. Die LEDs stecken dann sauber in fünf Bohrungen in der Stirnfläche des Gehäuses.
In das Gehäuseoberteil kommen drei Bohrungen, zwei für die Befestigung des Prints, eine für den Taster. Wer sich nicht zutraut, die fünf Bohrungen für die LEDs sauber in einer Reihe zu bohren, kann auch einen Schlitz vorsehen, allerdings ist das mehr Arbeit und auch nicht ganz einfach.
Zur Verbindung von Print und Gehäuse dienen zwei Schrauben M3x20 mm, zwei Ab-

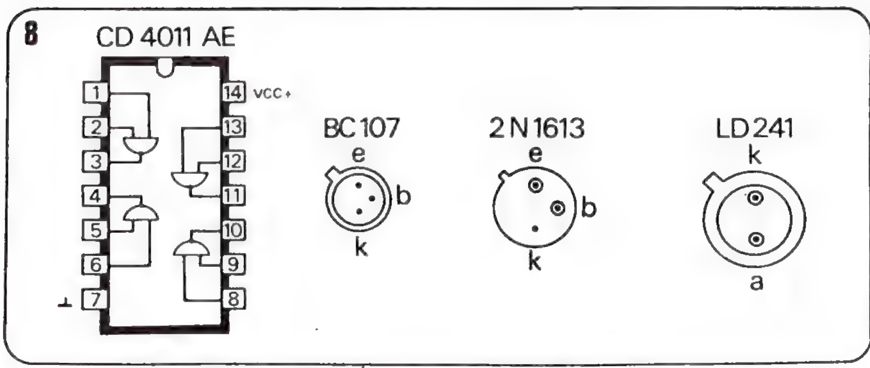


Bild 8. Anschlußbelegungen der im IR-Sender verwendeten Halbleiter und des ICs CD 4011.

standsröhrchen 5 mm und zwei Muttern M3. Die Batterien nehmen über zwei Clips, die es fertig zu kaufen gibt, Kontakt mit der Schaltung auf. Der Freiraum im Gehäuse ist gerade richtig für die beiden 9 Volt-Batterien. Etwas Schaumstoff zwischenlegen, damit sie nicht wackeln, Deckel anschrauben und fertig ist der Sender!
Nicht ganz: Die Senderfrequenz muß noch eingestellt werden. Das geht aber erst dann, wenn der Empfänger ebenfalls fertig ist. Deshalb folgt die Abgleichvorschrift später. ●



Als Empfangselement dient eine für infrarotes Licht empfindliche Foto-Diode. Der Empfängerkreis, in dem diese Diode das wesentliche Element ist, gibt nur eine sehr schwache Signalspannung ab, nämlich nur einige -zig Mikro-Volt (millionstel Volt), wenn die Sende-Entfernung bei 10 Meter liegt.
Die Verarbeitung von Signalspannungen dieser Größenordnung erfordert zunächst eine kräftige Verstärkung. Es sind mehrere hintereinandergeschaltete Verstärkerstufen erforderlich, um Schwingneigungen zu vermeiden, die sich bei einer einzelnen Stufe leicht zeigen, wenn der Verstärkungsfaktor sehr hoch ist. Außerdem empfiehlt sich die selektive, auf die Frequenz des Sendersignals abgestimmte Verstärkung. Dann wird nämlich die Rauschspannung, die über der Empfängerdiode entsteht, nicht mitverstärkt, so daß ein größerer Signal/Rausch-Abstand entsteht. Der Empfänger-Eingang ist dank des hohen Verstärkungsfaktors so empfindlich, daß Maßnahmen zur Störsignal-Unterdrückung vorgesehen werden müssen.
Übrigens ist der Empfänger nicht nur vom elektronischen Gesichtspunkt interessant, sondern bietet mit seiner sehr speziellen Gehäusekonstruktion auch etwas für's Auge.

BLOCKBILD DES EMPFÄNGERS

Bild 9 zeigt, wie in P.E. üblich, die Blockschaltung; damit läßt sich eine Elektronik am bequemsten logisch in den Griff bekommen.
Die infrarot-empfindliche Fotodiode liegt mit ihrem Reihenwiderstand R1 zwischen den Polen der Speisespannung, und zwar in Sperrichtung, d.h. der Pfeil im Diodensymbol weist nicht von Plus nach Minus (Masse), sondern umgekehrt. Fällt infrarotes Licht auf die Empfängerdiode, dann nimmt ihr Reststrom merklich zu, der „Isolationswiderstand", den das Bauelement in Sperrichtung hat, wird bei IR-Beleuchtung geringer. In der Reihenschaltung aus Diode und Widerstand fließt somit ein größerer Strom als im unbeleuchteten Zustand, so daß der Spannungsabfall am Widerstand höher ist. Diese Spannung hängt ihrem Betrag nach von der Strahlungsintensität ab; je größer der Abstand von der Strahlungsquelle ist, desto geringer sind Strahlungsintensität und Anstieg des Reststromes. Über R1 steht dann eine sehr geringe Nutzspannung, so daß zwei in Reihe geschaltete Verstärkerstufen erforderlich sind, um das Signal genügend aufzupäppeln. Der erste Verstärker arbeitet selektiv, d.h. er ist gegenüber dem Angebot an Signalen auf seinem Eingang sehr wählerisch, um es sehr populär auszudrücken. Nur Signale vom

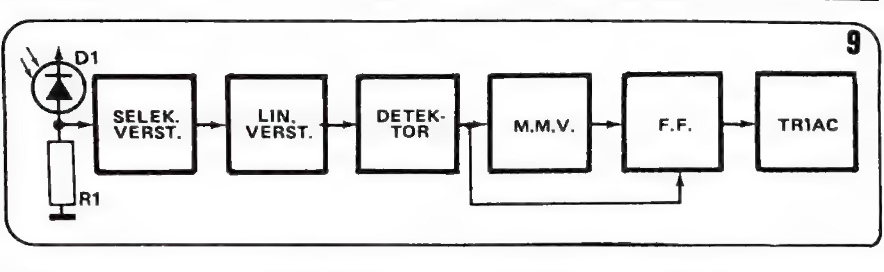


Bild 9. Blockschaltung des IR-Empfängers. Bei Bestrahlung der infrarotempfindlichen Foto-Diode D1 mit dem Licht des Senders entsteht am Eingang des selektiven Verstärkers eine 1 kHz-Rechteckspannung. Sie steuert am Ende der Kette einen Triac als Leistungsschalter.

Sender und solche, die zufällig auch die richtige Frequenz haben (was praktisch nicht vorkommt), werden in vollem Umfang verstärkt. Brummspannungen, Rauschsignale und andere Störsignale werden in einem Filter „ausgesiebt". Dies ist bereits eine erste Maßnahme zur Unterdrückung von Störungen, die ein unerwünschtes Auslösen der Empfängerschaltung verhindern hilft.

Auf den selektiven Verstärker folgt ein linearer; diese Bezeichnung deutet an, daß diese Stufe alle Signale verstärkt, ohne Rücksicht auf die Frequenz.

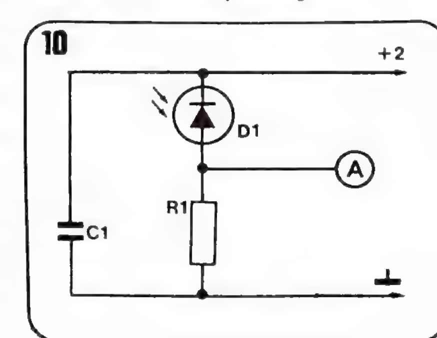
Am Ausgang des linearen Verstärkers hat das Nutzsignal eine für die Weiterverarbeitung ausreichende Amplitude. Es folgt ein Detektor; dieser Schaltungsteil verarbeitet die Wechselspannung - denn um eine solche handelt es sich ja bei dem Sendersignal - zu einer Gleichspannung. Dieses Signal hat ebenfalls Impulscharakter, denn die Gleichspannung steht für eine bestimmte Zeit am Detektorausgang, so lange, wie der Sender aktiviert wird.

Auf den Detektor folgt eine Schaltung zur Störunterdrückung. Sie besteht aus einem monostabilen Multivibrator (MMV) und einem FlipFlop (FF). Jedesmal, wenn die Fotodiode mit IR-Licht bestrahlt wird und der Detektor dies feststellt, erzeugt der MMV einen Impuls mit einer Dauer von einer Sekunde. Auf diesen Impuls reagiert das FlipFlop, allerdings erst nach Ablauf der Impulsdauer (1 s), also auf die Rückflanke des MMV-Impulses.

Bedingung ist jedoch, daß das Detektorsignal zu diesem Zeitpunkt noch vorhanden ist, der Steuerimpuls also etwas länger als 1 s dauert. Zur Feststellung dieser Bedingung liegt ein zweiter Eingang des FlipFlop-Blocks unmittelbar am Detektorausgang.

Sobald das FlipFlop kippt, steuert sein Ausgang den Triac, so daß dieser zündet und den

Bild 10. Die IR-empfindliche Eingangsschaltung. Die IR-Diode liegt in Sperrichtung, sie bildet mit R1 einen Spannungsteiler.



angeschlossenen Verbraucher mit dem Netz verbindet.
Mit der MMV/FF-Schaltung wird der Empfänger unempfindlich für kurze Störimpulse, die entweder als optische Störstrahlung auf die IR-Diode einwirken oder aus dem Netz in die Schaltung kommen. Nur dann, wenn der Empfänger länger als 1 s das Infrarot-Licht vom Sender erhält, kann das FlipFlop kippen und den elektronischen Schalter, den Triac, „betätigen".

DER IR-LICHT – SENSORKREIS

Der „opto-elektronische" Wandler mit der IR-Diode besteht, wie Bild 10 zeigt, nur aus drei Bauelementen, von denen sogar nur zwei zum Prinzip gehören.
In der Reihenschaltung aus der IR-Diode D1 und Widerstand R1 liegt D1 in Sperrichtung am Pluspol der Speisespannung, der Widerstand liegt an Masse. Der Dunkel-Sperrstrom der Diode hat einen vernachlässigbar geringen Betrag, so daß die von diesem Strom über dem Widerstand erzeugte Spannung kaum der Rede wert ist. Fällt jedoch IR-Licht auf die Diode, so ist der Sperrstrom höher, so daß über R1 ein merklicher Spannungsabfall entsteht. Da der Sender im Impulsbetrieb mit einer Frequenz von 1 Kilohertz arbeitet, ist die Spannung über R1 rechteckförmig, sie hat selbstverständlich ebenfalls die Frequenz 1 Kilohertz.

SELEKTIVER VERSTÄRKER

Der erste Verstärkerblock (Bild 11) besteht aus einem mit IC aufgebauten Operationsverstärker (OpAmp). Ein Netzwerk in der Rückkopplungsleitung vom Ausgang (B) zum invertierenden (negativen) Eingang sorgt für die selektive Eigenschaft des Verstärkers; nur

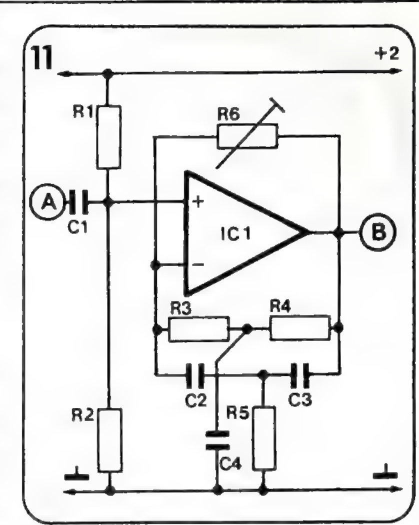


Bild 11. Der selektive Verstärker besteht aus einem OpAmp (IC1) mit Doppel-T-Filter.

für die Frequenz 1 Kilohertz bzw. einen sehr schmalen Frequenzbereich um 1 Kilohertz hat der Verstärkungsfaktor seinen maximalen Wert.
Der nichtinvertierende (positive) Eingang des OpAmps ist mit dem Spannungsteiler R1/R2 auf den halben Wert der Speisespannung eingestellt.
Über den Koppelkondensator C1 gelangt das zu verstärkende Rechtecksignal auf den Verstärkereingang (vergl. Punkt A, Bild 10 und Bild 11).
Insgesamt ist der OpAmp mit zwei Rückkopplungen beschaltet. Der eine Rückkopplungspfad führt über den Trimmer R6. Mit ihm wird die Verstärkung der Stufe bei der Frequenz 1 Kilohertz eingestellt, so daß von dieser Einstellung die Empfindlichkeit des Empfängers abhängt, die ihrerseit maßgebend dafür ist, bis zu welcher Entfernung das Gespann Sender/Empfänger funktioniert.



Der zweite Rückkopplungspfad führt über das frequenzselektive „Doppel-T-Netzwerk" aus den sechs Bauelementen, die im Bild unterhalb des ICs eingezeichnet sind. Die Bauelemente R3, R4 und C4 bilden das eine „T", C2, C3 und R5 das andere.

Die wichtige Eigenschaft eines solchen Doppel-T-Filters: Für die Frequenz, auf die es abgestimmt ist, hat es zwischen seinen Anschlüssen eine hohe Impedanz (Wechselstromwiderstand). Die Anschlüsse des Filters, nämlich Ein- und Ausgang, sind vertauschbar, da das Netzwerk symmetrisch aufgebaut ist: rechte Seite R4/C3, linke Seite R3/C2. Der dritte Anschluß (unteres Ende R5/C4) liegt an Masse.

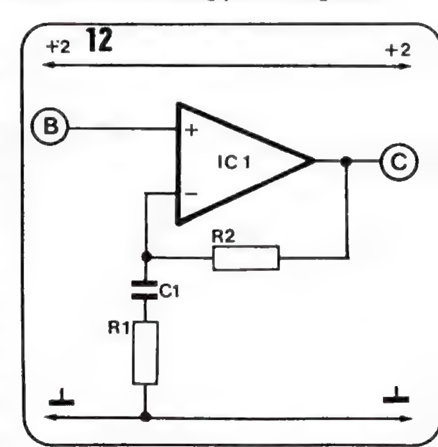
Man kann das Doppel-T-Filter auch als eine Kombination aus Hoch- und Tiefpaß auffassen, allerdings kann im Rahmen dieses Beitrags nicht näher auf diese Begriffe eingegangen werden. Sind die R- und C-Werte richtig gewählt, so hat dieses Filter für eine definierte Frequenz eine hohe Impedanz zwischen Ein- und Ausgang.

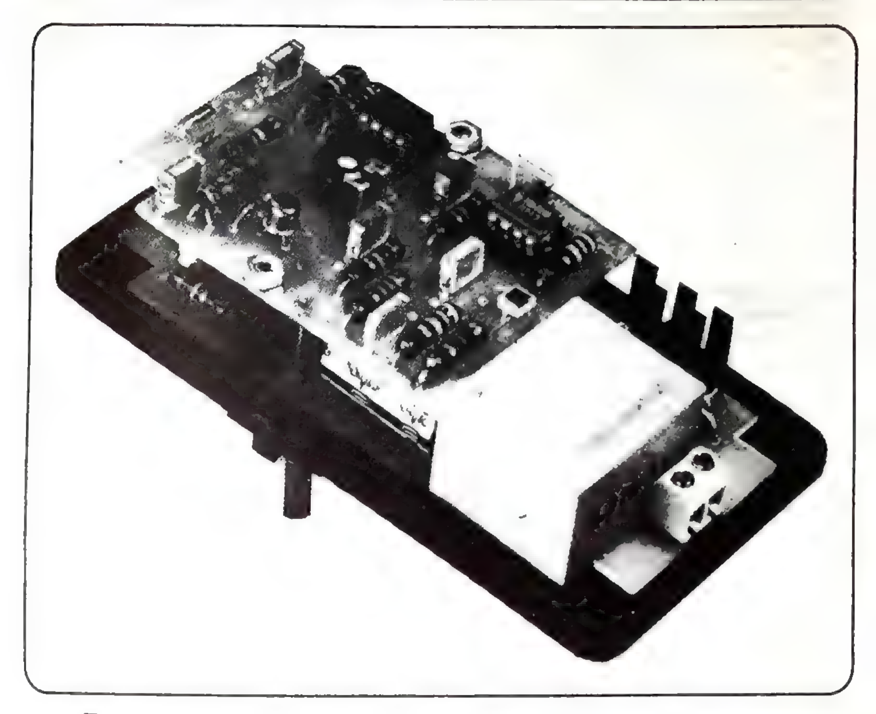
Der Operationsverstärker stellt sich in dieser Schaltung selbsttätig so ein, daß die Differenzspannung zwischen seinen Eingängen fast Null ist. Ein Störsignal gelangt vom Ausgang des OpAmps über das Filter praktisch ungeschwächt auf den invertierenden Eingang zurück. Der Verstärkungsfaktor liegt für solche Signale bei etwa 1, es findet demnach keine Verstärkung statt. Ein 1 Kilohertz-Signal dagegen muß in demselben Maße verstärkt werden, in dem das Filter ein Signal mit dieser Frequenz abschwächt, damit das über das Filter rückgeführte Signal dieselbe Amplitude hat wie das Eingangssignal (Differenzspannung Null).

Resultat: Das selektive Netzwerk zwischen dem OpAmp-Ausgang und dem invertierenden Eingang erzwingt für Signale mit der Frequenz 1 Kilohertz eine hohe Verstärkung, während alle anderen Signale nicht verstärkt werden.

Allerdings „verwäscht" der Trimmer R6 die Filterkennlinie, d.h. er ist die Ursache dafür, daß auch Signale mit Frequenzen in der Umgebung von 1 Kilohertz verstärkt werden. Man spricht von einer erhöhten „Bandbreite" gegenüber der Bandbreite, die das nackte Doppel-T-Filter hat. Diese Tatsache ist aber insofern nicht nachteilig, weil der IR-Fernschalter es in der Praxis auch dann noch tut, wenn sich der exakte Abgleich der Senderfrequenz etwas verschiebt.

Bild 12. Der lineare Verstärker. Über eine (nicht frequenzselektive) Gegenkopplung wird der Verstärkungsfaktor eingestellt.





LINEAR – VERSTÄRKER

Man kann sich fragen, warum das Konzept des Empfängers in der zweiten Verstärkerstufe nicht ebenfalls selektive Verstärkung vorsieht. Die Begründung für den linearen Verstärker lautet: Die „Schmalbandigkeit" darf man nicht zu weit treiben. Wenn die Senderfrequenz nicht extrem stabil ist, passiert es sehr leicht, daß sie neben dem Wert liegt, auf den die Filter im Empfänger abgestimmt sind. Die Folge hiervon ist ein steiler Abfall der Reichweite.

Ein OpAmp als linearer Verstärker läßt sich denkbar einfach ausführen, wie Bild 12 zeigt. Das Signal der vorgeschalteten Stufe, des selektiven Verstärkers, gelangt unmittelbar zum nichtinvertierenden Eingang (Punkt B). Aber nicht nur das Signal: Die beiden Verstärker sind gleichspannungsgekoppelt, das bedeutet, daß der Eingang im Ruhezustand das Potential hat, das der Ausgang der Vorstufe im Ruhezustand (kein Steuersignal vom Sender) einnimmt. Dieses Potential hat den Betrag 1/2 Ub, so daß in der zweiten Stufe kein Spannungsteiler zur Gleichspannungseinstellung nach dem Muster der ersten Stufe erforderlich ist.

Die Wechselspannungsverstärkung wird von dem Gegenkopplungsnetzwerk R2/R1 bestimmt. Diese Widerstände stehen im Verhältnis 100:1, dies ist auch der Verstärkungsfaktor dieser Schaltung. Der Kondensator C1

ist so bemessen, daß seine Impedanz bei der Frequenz 1 Kilohertz zu vernachlässigen ist. Die Funktion dieses Kondensators hat mit der Gleichspannungseinstellung des OpAmps zu tun. Für Gleichspannung wird nur der Widerstand R2 wirksam, der Zweig mit R1 ist aufgrund der Trennung mit C1 „tot". Somit findet keine Teilung der Ausgangsgleichspannung statt, die Ausgangsspannung liegt über R2 voll am invertierenden Eingang. Damit ist der OpAmp für Gleichspannung voll gegengekoppelt, so daß sein Ausgangs-Ruhepotential dem Ruhepotential am invertierenden Eingang entspricht, also wiederum 1/2 Ub. Somit nutzt diese zweite Verstärkerstufe den Aussteuerungsspielraum, der von der Höhe der Speisespannung abhängt, voll aus.

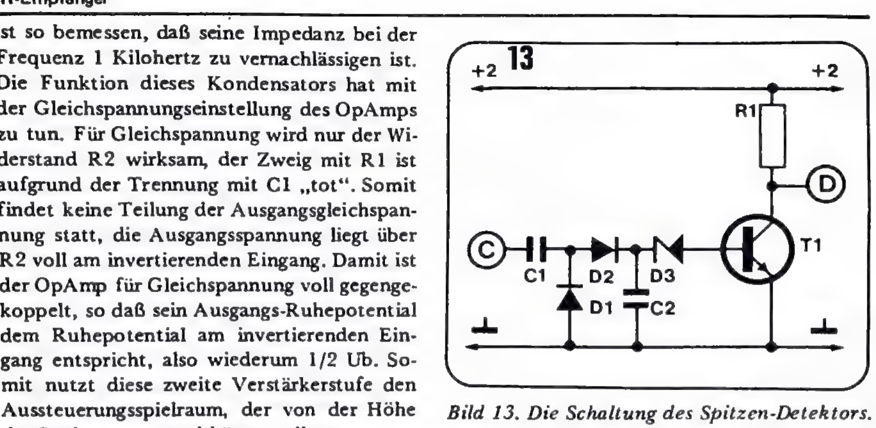


Bild 13. Die Schaltung des Spitzen-Detektors.

DER DETEKTOR

Dieser Schaltungsteil muß aus dem Wechselspannungssignal am Ausgang des linearen Verstärkers eine Gleichspannung erzeugen.

Der Eingang des Detektors ist der Punkt C in Bild 13, der Ausgang ist Punkt D. Solange kein Steuersignal auf den Eingang gelangt, hat der Ausgang hohes Potential, er ist „H". Sobald der Sender aktiviert und der Empfänger von IR-Licht getroffen wird, geht der Ausgang des Detektors auf „L"; er behält diesen Zustand bei, bis der Sendetaster gelöst wird. Wie funktioniert diese Schaltung?

Ziemlich einfach. C1, D1, D2 und C2 bilden einen sogenannten Spitzengleichrichter. Eine solche Bauelementekonstellation erzeugt aus der Wechselspannung eine Gleichspannung, deren Potential dem Scheitelwert (= maximaler Augenblickswert) der steuernden Wechselspannung entspricht. Da die Wechselspannung ein Rechtecksignal ist, hat die Gleichspannung denselben Betrag wie die Impulsamplitude der „Rechtecke" am Ausgang des linearen Verstärkers.

Übrigens ist das Ausgangssignal des linearen Verstärkers keine reine Wechselspannung, vielmehr ist diese dem Ausgangs-Ruhepotential des Verstärkers überlagert (1/2 Ub). Diese Gleichspannung darf nicht auf den Detektoreingang gelangen, deshalb der Trennkondensator C1 in Bild 13, der nur die Wechselspannung überträgt.

Der Kondensator C1 hat aber noch eine zweite Aufgabe. Wenn eine Wechselspannung mit einer einfachen Kombination aus Diode und Ladekondensator (D2/C2) gleichgerichtet wird, so läßt sich nur die positive, bzw. bei umgekehrter Polung der Diode D2, nur die negative Halbwelle der Wechselspannung nutzen. Die Diode D1 verhindert hier jedoch, daß der Knotenpunkt C1/D1/D2 negativ werden kann; sie leitet während der negativen Halbwellen, so daß, wenn das Steuersignal den Sprung von L nach H macht, die volle Sprungamplitude wirksam wird. Diese Sache funktioniert jedoch nur dann, wenn der genannte Knotenpunkt sich gleichspannungsmäßig überhaupt selbständig machen kann, d.h. er muß vom Ruhepotential der Steuerstufe auch dann getrennt sein, wenn dieses Potential zufällig Null sein sollte. Die beiden Funktionen von C1 sind demnach sachlich nicht identisch.

Auf die beschriebene Weise entsteht vor der eigentlichen Gleichrichterdiode D2 eine Wechselspannung, die nur positive Werte hat; C2 wird über D2 auf das Potential geladen, das dem höchsten, im Wechselspannungssignal vorkommenden Momentanwert entspricht.

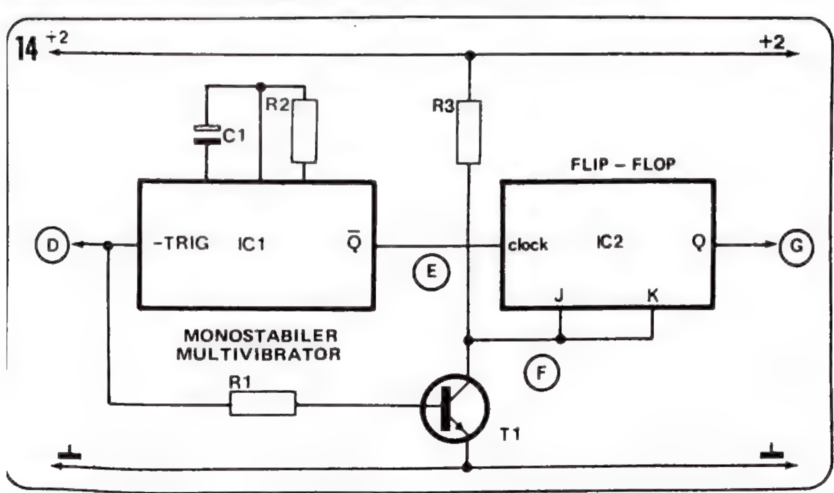
Damit ist aber indirekt auch eine nachteilige Eigenschaft des Empfängers genannt: Die Gleichspannung, die beim Senden an C2 entsteht, hängt ihrem Betrag nach von der empfangenen Lichtintensität ab, denn - zumindest bei den maximalen Sendeentfernungen - tritt an keiner Stelle im Signalweg des Empfängers eine Begrenzug der Signalamplitude auf. Es steht also noch kein Steuerimpuls mit definierter Amplitude zur Verfügung.

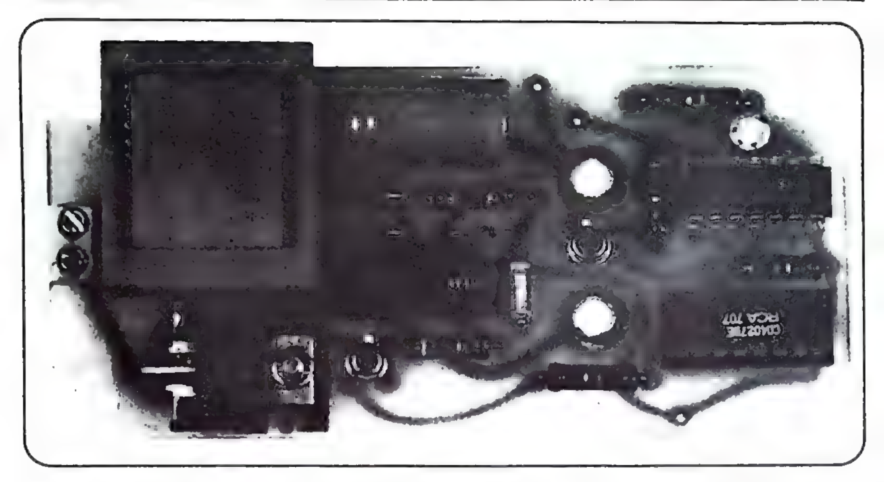
Auf den Detektor folgen Digitalschaltungen, die nur dann ordentlich funktionieren, wenn sie mit sauberen, definierten Impulsen gesteuert werden. Es kommt darauf an, daß den logischen Zuständen L und H bestimmte Potentiale zugeordnet sind und daß die Sprünge von L nach H und umgekehrt schnell und ohne Überschwingen stattfinden. Deshalb enthält der Detektor hinter dem Gleichrichter eine Impulsformerstufe mit dem Transistor T1.

Wird nicht gesendet, so liefert der Gleichrichter kein Signal an die Basis des Transistors, dieser Halbleiter sperrt. Am Kollektorausgang herrscht somit der Zustand „H", da der Ausgang über R1 mit dem Pluspol der Speisespannung verbunden ist. Beim Senden erzeugt der Gleichrichter eine Spannung über C2, so daß ein Strom in die Basis des Transistors fließen kann. T1 leitet und legt über seine Kollektor/Emitter-Strecke den Ausgang D niederohmig an Masse; nun liegt hier der logische Zustand „L" vor.

Die Zenerdiode verursacht eine höhere Schaltschwelle des Transistors; dieser schaltet erst dann in den Leitzustand, wenn die Gleichspannung an C2 mindestens einen

Bild 14. Schaltung zur Störungsunterdrückung. Das FlipFlop kann nur reagieren, wenn der Steuerimpuls vom Detektor länger dauert als die Impulszeit des MMV.





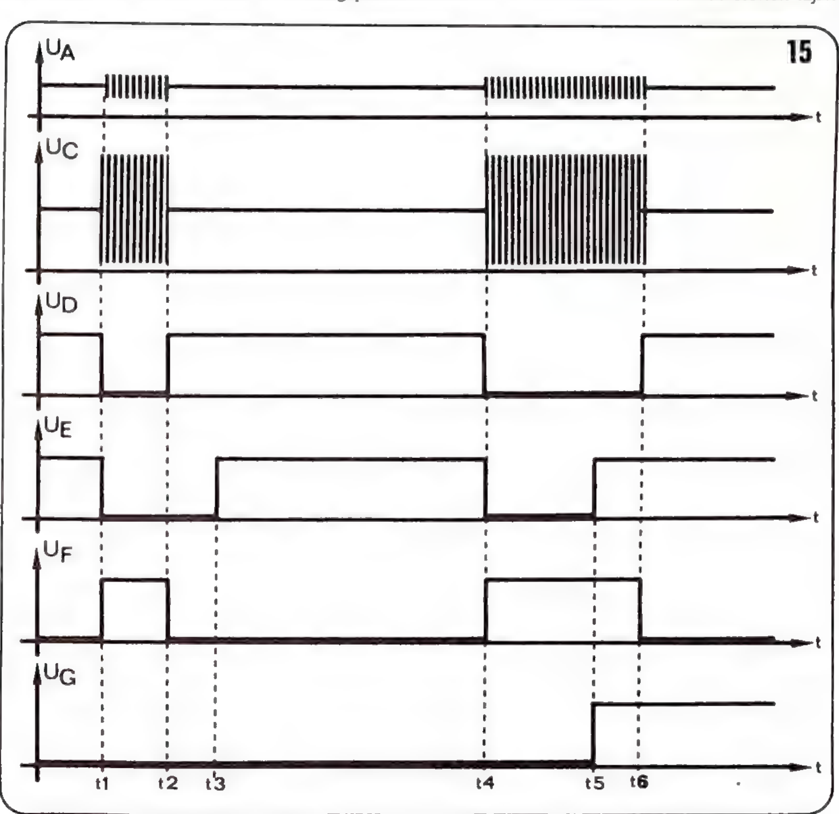
Wert erreicht, der der Summe aus Zenerspannung (D3) und Schwellenspannung des Transistors (0,7 Volt) entspricht.
Eine solche hohe Schaltschwelle ist erforderlich, weil trotz des selektiven Verstärkers Störsignale durchkommen können. Die Praxis zeigt, daß sie nur selten eine Amplitude erreichen, die über eine „künstlich" hochgelegte Schaltschwelle hinausgehen.

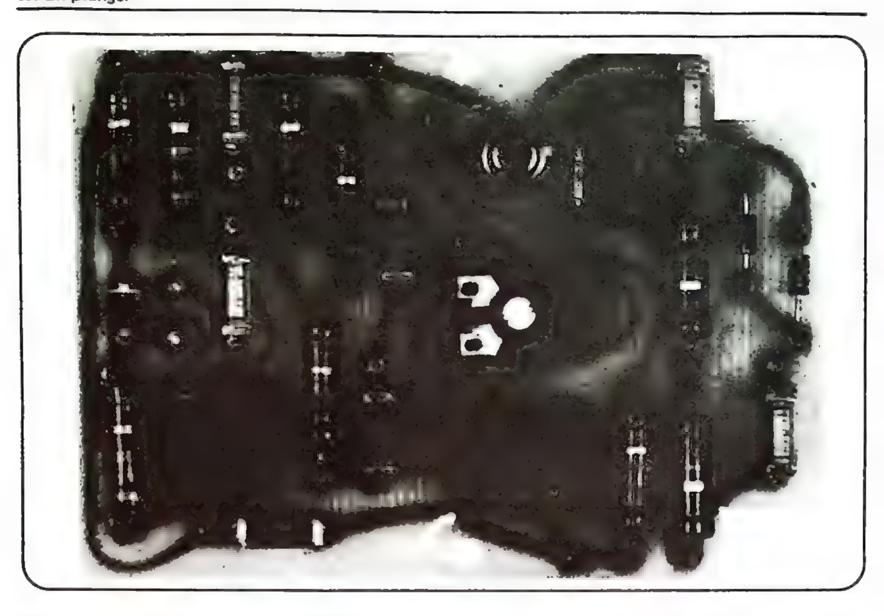
STÖRSIGNALUNTERDRÜCKUNG

Der letzte Absatz des vorigen Abschnittes könnte den Eindruck erzeugen, daß es gegen „zu" starke Störimpulse kein Mittel gibt. Denn was soll man machen, wenn eine Störung es schafft, den Transistor T1 im Detektor in den Leitzustand zu bringen? Als starke Störsignalquelle können Leuchtstofflampen während des Zündens gelten.
Diese Art von Störung ist jedoch nur sehr kurzzeitig wirksam. Darin liegt die Chance, doch noch etwas dagegen zu tun: Indem man dafür sorgt, daß die Empfängerschaltung nur dann reagiert, wenn ein ausreichend starkes Signal eine „längere" Zeit empfangen wird, z.B. 1 Sekunde. Wie kann ein solches Schaltungsverhalten realisiert werden?
Bild 14 zeigt die Schaltung zur Störsignalunterdrückung, sie besteht aus einem monostabilen Multivibrator (MMV) und einem Flip-Flop (FF).
Das FF ist das „Gedächtnis" des Empfängers; wenn der letzte Sendebefehl dazu diente, ein am Empfängerausgang angeschlossenes Gerät einzuschalten, so sorgt das FF dafür, daß dieser Zustand bis zum nächsten Befehl beibehalten wird.
Der MMV ist eine Schaltung, die einen Steuerimpuls an ihrem Eingang in einen Impuls mit definierter, im übrigen durch entsprechende Dimensionierung der Schaltung wählbarer zeitlicher Dauer erzeugt.
Das FlipFlop ist ein Abkömmling derer von JK, d.h. es hat außer dem eigentlichen Steuereingang noch zwei weitere Eingänge mit den Bezeichnungen J und K; über diese Eingänge werden mittels bestimmter Impulse zusätzliche „Verhaltensmaßregeln" für den Baustein erteilt. (Siehe zur Wirkunsweise des

JK-FlipFlops auch den Beitrag „Elektronisches Tauziehen", P.E. Heft 7/78).
Sind beide Eingänge J und K logisch „H", so reagiert das FF auf positive Impulsflanken an seinem Takteingang (Clock in Bild 14). Positive Impulsflanken sind Sprünge von L nach H; es handelt sich also um die Vorderflanke eines positiven Impulses oder um die Rückflanke eines negativen Impulses.
Sind beide Eingänge „L", dann reagiert das FF überhaupt nicht auf Taktimpulse.
Mit dieser Verhaltenweise ist es nun möglich, das FF zwar auf Impulse, die 1 s oder länger dauern, reagieren zu lassen, nicht jedoch auf kürzere Impulse.
Zur Erläuterung des Schaltungsverhaltens dient das Diagramm, Bild 15.
Im Ruhezustand, wenn nicht gesendet wird,

Bild 15. Eine Art „Impulsdiagramm", das sich durch Vergleich der Spannungen mit den gleichlautend bezeichneten Schaltungspunkten in den Teilschaltbildern leicht verstehen läßt.





darf das FF nicht von kurzen Störimpulsen aktiviert werden können. Ein Dauer-L-Signal an den JK-Eingängen verriegelt den Baustein. Deshalb wird das Ausgangssignal des Detektors mit der Transistorstufe T1 zunächst invertiert. Dieses Signal ist im Ruhezustand nämlich H, es eignet sich somit nicht zur Verriegelung des FFs.

Was passiert nun, wenn der Detektor einen (kurzen) Störimpuls an seinem Ausgang erzeugt? Die Spannung U_D wird kurzzeitig L, dieses Signal triggert den MMV, der einen Impuls mit der Zeitdauer 1 s an seinem Ausgang erzeugt (Spannung U_E). Bild 15 zeigt links den Störfall, rechts den „Ernstfall".

Diese Spannung liegt am Takteingang des FlipFlops. Auf die Vorderflanke eines negativen Impulses reagiert das FF nicht, so daß trotz des H-Zustandes an den JK-Eingängen zum Zeitpunkt t1 nichts passiert.

Nach Ablauf der Impulsdauer des MMV erhält der FF-Eingang „seine" positive Flanke, aber zu diesem Zeitpunkt (t3) sind die JK-Eingänge bereits wieder L, so daß das FlipFlop auch jetzt nicht reagiert. Bereits zum Zeitpunkt t2 ist das FF über seine JK-Eingänge wieder verriegelt, weil der Detektorausgang einen zu kurzen Impuls geliefert hat, somit also „nur" ein Störfall vorliegt.

In Bild 15 rechts ist das Schaltungsverhalten dargestellt, das immer dann eintritt, wenn der Empfänger von IR-Licht mit ausreichender Intensität getroffen wird und der Sender etwas länger als 1 s (MMV-Zeit) in Betrieb gesetzt wird.

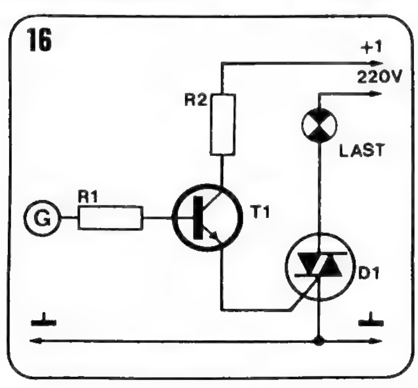
Wenn die Impulsdauer des MMV zum Zeitpunkt t5 zu Ende ist, kann die Rückflanke, der Sprung von L nach H, das FlipFlop kippen, weil an den JK-Eingängen noch das H-Signal vom Invertertransistor vorhanden ist. Wenn das FF kippt, ändert sich der Zustand an seinem Ausgang Q von L nach H. Der

Ausgang steuert die Leistungs-Schaltstufe als letztes Glied der Funktionskette im Empfänger.

LEISTUNGS – SCHALTSTUFE

Der Empfänger muß in der Lage sein, einen Verbraucher ein- und auszuschalten. Das könnte mit einem Relais geschehen, es geht aber auch mit einem Triac als elektronischer Schalter.
Bild 16 zeigt die Schaltung. Der Triac liegt in Serie mit dem Verbraucher an der Netzspannung. Daraus folgt, daß auch die Schaltungs-Masse mit einem Netzpol verbunden sein muß.
Das COSMOS-FlipFlop-IC kann an seinem Ausgang nicht einen Strom in der Höhe liefern, der zum Steuern des Triacs ausreicht.
Deshalb folgt zunächst eine Treiberstufe mit Transistor T1. Sobald der FF-Ausgang H wird, leitet der Transistor und steuert seinen Emitterstrom auf das Gate des Triac, der nun zündet und den Verbraucher mit dem zweiten Netzanschluß verbindet.

Bild 16. Die Leistungs-Schaltstufe besteht aus Treibertransistor (T1) und Triac (D1).



GESAMTSCHALTUNG

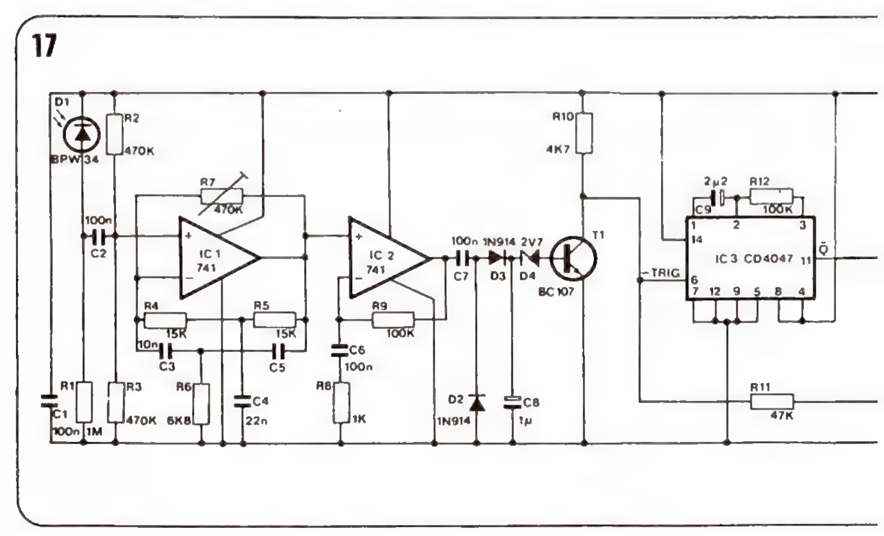
Bild 17 zeigt deutlich, daß der Empfänger aus hintereinandergeschalteten Funktionsblöcken besteht. Nennenswerte Dinge, die in den Einzelbeschreibungen noch nicht erwähnt wurden, finden sich in Bild 17 kaum. Der MMV (IC3) hat eine Menge Anschlüsse, die einfach an Masse (L) oder an Plus (H) gelegt sind, da eine besondere Steuerung hier nicht erforderlich ist. Dieses IC vom Typ CD 4047 kann eine Menge mehr, als es hier im Empfänger tut, daher die vielen Anschlüsse, die unbenutzt bleiben, aber an L oder H liegen müssen, damit alles funktioniert.
Das FlipFlop-IC hat außer den besprochenen Anschlüssen und den Zuführungen für die Speisespannungen noch einen Reset- und einen Set-Eingang. Sie dienen dazu, das FF zu einem beliebigen Zeitpunkt in den einen oder in den anderen stabilen Zustand zu zwingen. Diese Funktionen bleiben unbenutzt, deshalb liegen die Anschlüsse an Masse.
Die Stromversorgung wurde noch nicht besprochen, Besonderheiten revolutionärer Art enthält sie allerdings nicht. Die Netzspannung liegt nicht nur am Trafo Tr1, sondern speist auch die Reihenschaltung aus Triac und Verbraucher. Somit muß ein Pol der Netzspannung, wie bereits erwähnt, mit der Schaltungsmasse verbunden werden; andernfalls könnte vom FlipFlop-Ausgang kein Strom über den Transistor zum Gate des Triacs fließen.
Die beiden Sekundärwicklungen des Trafos sind in Reihe geschaltet; da die „Mitte" der so entstandenen *einen* Sekundärwicklung zugänglich ist, genügen zur Zweiweggleichrichtung zwei Dioden (D7, D8), sonst sind es ja die vier Dioden einer Gleichrichterbrücke.
Am oberen Belag des Ladekondensators C12 entsteht eine unstabilisierte Speisespannung Nr. 1, sie versorgt nur den Treibertransistor des Triacs, weil es an dieser Stelle der Schal-

tung auf Stabilität der Speisespannung nicht ankommt.
Die Speisespannung für den Rest der Schaltung ist etwas stabiler, erreicht wird dies mit der Schaltung R16/D6 (Zenerdiode); die beiden Kondensatoren C10 und C11 verringern die Brummspannung und anderen „Mist" auf der Speisespannungsleitung.

Bauhinweise Empfänger

Der Empfängerprint ist zweiteilig, zunächst muß deshalb der Print in seine beiden Teile zersägt werden, außerdem sind die sechs Kupferflächen an den Ecken abzusägen.
Diese Maßnahmen sind erforderlich, wenn der Aufbau in derselben Weise geschehen soll wie beim Labor-Prototyp, insbesondere, wenn das vorgeschlagene Gehäuse verwendet wird.
Die Konstruktion sieht wie folgt aus: Der Empfänger befindet sich in einem relativ kleinen Gehäuse, das mit einem Schuko-Netzsteckerteil ausgerüstet ist und somit unmittelbar in eine Netzdose gesteckt werden kann. Die Abmessungen des Gehäuses machten es allerdings erforderlich, zwei Prints in Huckepack-Bauweise übereinander anzuordnen; die beiden Printteile erhalten ihre elektrische Verbindung über einige Drahtbrükken.
Die Bestückung geht aus Bild 19 hervor. Der kleinere der beiden Empfängerprints enthält die IR-Fotodiode, die beiden Verstärker und den Detektor.
Beim Bau dieses Printteils dürften kaum Pro-

Bild 17. Die Gesamtschaltung des IR-Empfängers in Cinemaskope, wie Hollywood es nennen würde. Bitte unbedingt beachten: Trotz der Tatsache, daß der Empfänger einen Trafo enthält, ist die Schaltung mit dem Netz verbunden. Deshalb Vorsicht, bis das Gehäuse zu ist.



bleme auftreten. IC1 und IC2 sollte man auf Fassungen setzen; der Elko C8 ist liegend zu montieren, weil sonst die Bauhöhe die Grenze überschreitet, die vom Gehäuse vorgegeben ist. Zwischen den Printstellen für die Fotodiode D1 und den Elko C2 sind noch zwei Lötaugen für eine zweite IR-Diode BPW34 vorgesehen. Wer also noch einige DM im Etat hat, kann probieren, wieviel weiter er mit einer zweiten Empfängerdiode kommt. Die Laborleute jedenfalls waren angenehm überrascht, daß sich mit nur einer Diode und bei optimalem Frequenzabgleich eine Entfernung von 10 m erreichen läßt.

Die Bestückung des größeren Teilprints erfordert mehr Zeit und Aufmerksamkeit. Man beginnt am besten mit den Drahtbrücken unter dem Netztrafo und unter der Fassung von IC3. Auf diesem Print ist die Verwendung von IC-Fassungen zwingend vorgeschrieben, weil die COSMOS-ICs das Löten an ihren Pins kaum überstehen dürften.

Der kleine Elko C9 darf aufrecht auf dem Print stehen, seine Artgenossen C11 und C12 müssen liegend montiert werden.

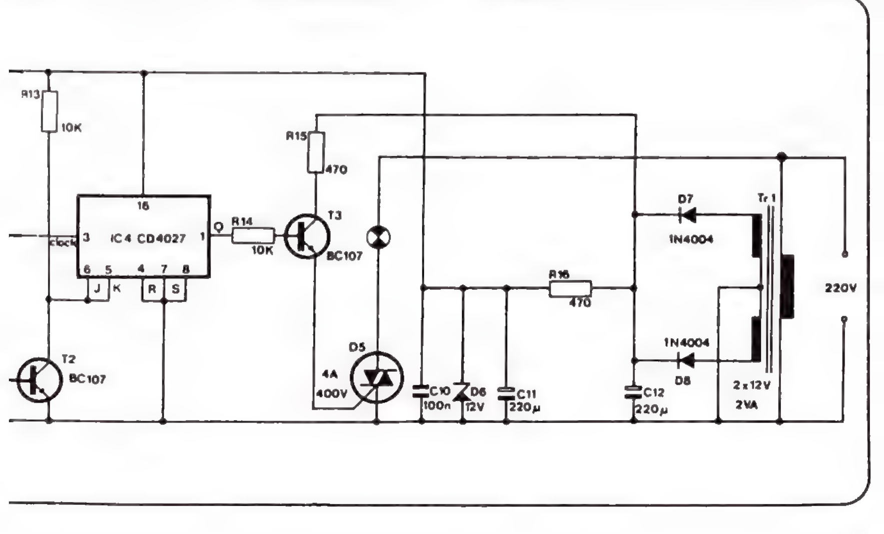
Der Triac in seinem Gehäuse TO-220 braucht ein Kühlprofil. Das handelsübliche ist etwas zu groß für den Print, deshalb also ein Stück absägen oder selbst einen U-Winkel anfertigen.

Bezüglich der Printtrafos gibt es, wie „alte" P.E.-Leser wissen, einen internen Standard, damit die Beschaffungsprobleme für den Fachhandel möglichst klein sind. Trotzdem findet man gelegentlich Typen anderer Fabrikate, die in jeder Hinsicht passen. Es muß also nicht unbedingt SPK sein.

Das Verbraucherkabel wird mittels einer doppelpoligen Print-Kabelklemme angeschlossen.

EINBAU IN GEHÄUSE

Das Empfängergehäuse besteht aus Elementen zweier verschiedener Fertiggehäuse, die nach folgender Beschreibung zusammenzu-



18

19

Stückliste

WIDERSTÄNDE 1/4 WATT

R1	= 1 M- Ohm
R2, R3	= 470 k- Ohm
R4, R5	= 15 k- Ohm
R6	= 6,8 k- Ohm
R7	= 470 k- Ohm, Trimmer liegend
R8	= 1 k- Ohm
R9, R12	= 100 k- Ohm
R10	= 4,7 k- Ohm
R11	= 47 k- Ohm
R13, R14	= 10 k- Ohm
R15, R16	= 470 Ohm

KONDENSATOREN

C1, C2, C6, C7, C10	= 100 nF, z.B. Siemens MKM
C3, C5	= 10 nF, z.B. Siemens MKM
C8	= 1 µF, 16 V, RM 5
C9	= 2,2 µF, 16 V, RM 5
C11	= 220 µF, 16 V, RM 5
C12	= 220 µF, 25 V, RM 5

HALBLEITER

D1	= IR-Diode BPW 34
D2, D3	= 1 N 4148 (1 N 914)
D4	= Z-Diode 2,7 V/400 mW
D5	= Triac 400 V/4 A (TO-220)
D6	= Z-Diode 12 V/400 mW
D7, D8	= 1 N 4004
T1, T2, T3	= BC 107
IC1, IC2	= 741, Mini-DIL
IC3	= CD 4047
IC4	= CD 4027

SONSTIGES

Tr1	= Printtrafo 2x12 V, 2 VA, SPK 2215/12/12
1	x Gehäuse, Ormatu BIM-2003
1	x Gehäuse KG-6-ST (Amtron)
1	x Kühlwinkel für TO-220
1	x Print-Kabelklemme, 2pol.
2	x IC-Fassung DIL 8
1	x IC-Fassung DIL 14
1	x IC-Fassung DIL 16
2	x Abstandsröhrchen 15 mm
1	x Schraube M3x10
2	x Schrauben M3x20
3	x Muttern M3

fugen sind.
Grundgehäuse ist wieder der Typ BIM-2003, der bereits für den Sender vorgesehen wurde. Als Erweiterung dient ein Netzsteckergehäuse (Amtron), das zum direkten Stecken in eine Netzdose konstruiert ist.
Zunächst nimmt man das Steckergehäuse in Angriff. Der überstehende Rand des Steckerteils wird entfernt, dann holt man die beiden Stecker heraus.
Auf die Innenseite des Deckels vom Grundgehäuse legt man den großen Print, er paßt, wenn die Ecken ausgesägt sind. Die beiden Bohrlöcher für die Stecker werden durch die Printbohrungen hindurch angezeichnet.
Nach dem Bohren der beiden Löcher verklebt man den Steckerteil mit dem Deckel des Grundgehäuses.

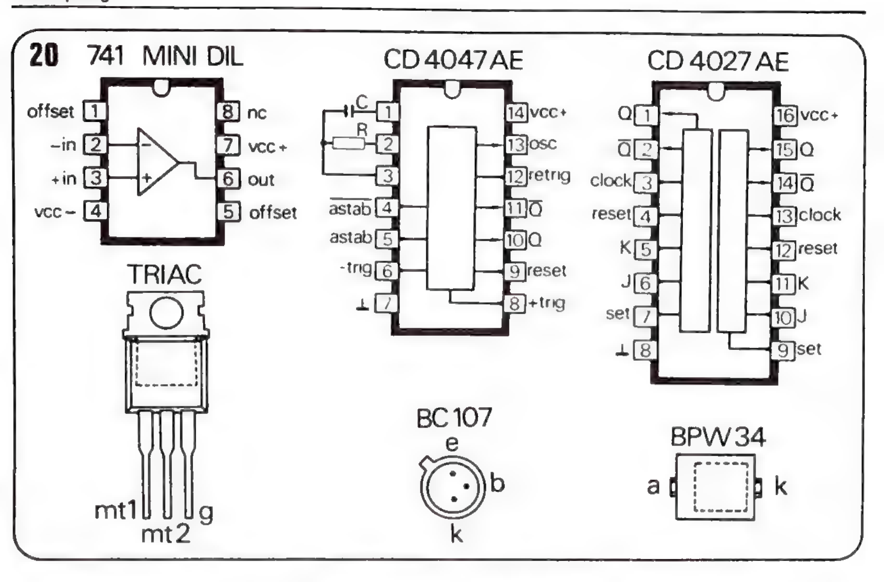


Bild 20. Eine Übersicht der Anschlußbelegungen der im Empfänger verwendeten Halbleiter und ICs; der Transistor ist in der Ansicht von unten dargestellt, alles andere in Draufsicht.

Dann kommt die Montage des größeren der beiden Teilprints im Gehäuse. Zunächst lötet man drei kräftige Drähte an die Printstellen, die als „Masse", „Signal" und „+2" gekennzeichnet sind; die Drähte sollten einige cm lang sein, sie stellen die elektrischen Verbindungen zwischen den beiden Prints her.

Der Boden des Gehäuses wird nun über die Stecker-Stifte geschoben und mit zwei Muttern festgeschraubt. Hier tritt allerdings ein Problem auf: Das Gehäuse wird aus unersichtlichen Gründen ohne die passenden Muttern geliefert, und die üblichen metrischen Typen passen nicht! Es hilft also nur Suchen, entweder in der Bastelkiste oder in einem gut sortierten Geschäft. Es sind vier Muttern erforderlich.

Der große Teilprint wird nun eingesetzt, nachdem man zwei Schrauben M3x20 in die beiden 3 mm-Printbohrungen gesteckt hat. Die beiden letzten Sondermuttern halten den Print fest auf dem Gehäuseboden.

Über die langen Schrauben kommen Abstandsröhrchen 15 mm, anschließend der kleine Print, der von 2 (normalen) Muttern gehalten wird. Natürlich ist dafür zu sorgen, daß die drei Drähte in den Bohrungen des Prints stecken. Die Drahte werden angelötet, was im Falle der „Signal"-Leitung nicht ganz einfach ist, wie der Entwickler zu spät festgestellt hat (er bittet ausdrücklich um Nachsicht).

Das Grundgehäuse braucht noch Bohrungen für die IR-Fotodiode und den Trimmerabgleich, sowie einen Schlitz oder eine Bohrung für das Kabel zum Verbraucher. Zugentlastung nicht vergessen (s. Heft 6/78).

Abgleich der beiden Prints

Zunächst eine wichtige Vorbemerkung: Die Empfängerschaltung ist unmittelbar mit dem Netz verbunden, deshalb ist es trotz des Trafos, den die Schaltung enthält,

⇒ lebensgefährlich ⇐

die Schaltung direkt oder mit einem metallischen Gegenstand zu berühren.

Für den Abgleich braucht man eine EIN-Anzeige des Empfängers, am besten also eine Lampe, die einfach als zu schaltender Verbraucher angeschlossen wird. Ein auf Gleichspannung geschaltetes Vielfach-Meßinstrument schließt man an Masse (Minus am Instrument) und an „Signal" (Plusbuchse am Instrument) an. Dann nichts mehr anfassen und den Empfänger in eine Netzdose stekken. Das Instrument zeigt nun ca. 12 Volt an.

Ist das nicht der Fall, dann stellt man den Trimmer auf dem kleinen Empfängerprint mit einem

⇒ isolierten ⇐

Schraubenzieher so ein, daß das Instrument 12 Volt zeigt.

Anschließend wird der Sender benötigt. Es ist nicht vorgesehen, daß der Sendertaster zu lange gedrückt wird; der Endtransistor ist nicht mit einem Kühlstern ausgestattet. Er hält den Stromstoß von ca. 200 Milliampere einige Sekunden spielend aus, den Dauerbetrieb jedoch kaum. Der Abgleich muß deshalb in mehreren Schritten, die höchstens 10 Sekunden dauern sollten, vorgenommen werden.

Richtet man den Sender auf den Empfänger, dann muß das Vielfachinstrument auf Null gehen. Ist dies nicht der Fall, dann stimmt die Senderfrequenz nicht, eine Einstellung des betreffenden Trimmers im Sender ist erforderlich. Es kann (und wird meistens) vorkommen, daß die Anzeige des Instrumentes immer nach Null geht, unabhängig von der Einstellung des Trimmers; dann ist die Entfernung zwischen Sender und Empfänger zu gering, die Strahlungsintensität zu groß.

Deshalb gilt folgende Abgleichvorschrift: Der Sender wird in eine Entfernung von ca. 1 m gebracht und der Trimmer so eingestellt, daß die Anzeige auf Null geht. Dann vergrößert man die Sendeentfernung und wiederholt den Abgleich; er ist jetzt bereits besser. Die mehrfache Wiederholung bei zunehmenden Entfernungen führt schließlich zur ausreichend genauen Übereinstimmung zwischen Senderfrequenz und der Filterfrequenz im selektiven Verstärker. Die mehrfach genannte Entfernung von 10 m wird sicher erreicht.



IHR SCHALTUNGSWUNSCH IN P.E.!

·P.E. praktiziert Mitbestimmung für aktive Freizeitelektroniker. Wie funktioniert das?
In jeder Ausgabe von P.E. finden Sie eine vorgedruckte Karte zum Abtrennen. Auf der Rückseite tragen Sie fünf Schaltungswunsche ein. Freimachen und abschicken - das ist alles.
In P.E.'s Hitparade „TOP TWENTY" werden die 20 meistgenannten Schaltungen aufgeführt . Damit setzt die Redaktion sich und das Labor in Zugzwang und muß dafür sorgen, daß die Hits schnellstmöglich kommen!
Die eingesandten Schaltungsvorschläge werden in der Reihenfolge ihrer Nennung mit 5, 4, 3 Punkten usw. bewertet.

HITPARADE INTERN

Der aktuelle Stand der Hitparade entfällt diesmal. Viele Leser werden das bedauern, denn die Beteiligung bei der Gestaltung dieser Wunschliste ist so rege, wie es sich die Redaktion einer Zeitschrift nur wünschen kann. Übrigens ist es dringend notwendig, Ihnen endlich einmal für das Mitmachen Dank auszusprechen.
Zum zweitenmal in der nun fast zweijährigen P.E.-Geschichte waren die vielen neuen Karten nicht rechtzeitig ausgewertet. Soviel aber kann mitgeteilt werden: Der Experimentier-Print H.E.L.P. in dieser Ausgabe - Hit Nr. 8 der letzten Hitparade - läßt ein „R-C-L"-Meter" auf Platz 20 vorrücken.
Der Ultraschall-Einbruchalarm (Nr. 1) befindet sich noch in Arbeit, er kann nicht in der ursprünglich vorgesehenen Form veröffentlicht werden (siehe Vorwort Heft 6/78). Wie aus dem Labor verlautet, soll sehr bald das Mischpult in Modultechnik (Nr. 2) und das Netzteil für die Meßmodul-Serie kommen.
Für den Black-Box-Verstärker - der technisch nicht mehr ganz aktuell ist (die Elektronik ist immer auf der Überholspur), wurde ein passender Ersatz vorbereitet.
Die Hitparade ist für Schaltungsvorschläge gedacht, aber selbstverständlich können Sie auf der Karte auch Wünsche über Grundlagenbeiträge äußern. Wie wäre es z.B. mit einer IC-Serie? Schreiben Sie einfach: Grundlagen, dahinter das gewünschte Thema.

HITPARADE – KARTE SEITE 73



Elektronik Bausätze Telefonmithörer mit Adapter 19,80, Wechselsprechanlage incl. Lautspr. 38,50 Kojak Sirene 10W 38,50/20W 49,80 Lichtorgel Dioden Mikro-Lautsprech Anschluß 1000 W nur 44,80, CB Funk TFT 2002 Mobilger. FM + AM nur 275,00 Brenner Empfangsverstärker Meßgeräte usw. finden Sie in unserem großen CB Katalog (gegen 4,50 in Briefmarken) Versand per NN

Eßmannskamp 26 · Postfach 11 28
2840 Diepholz 1 Tel 05441/5805

WIE LIEST MAN EINE SCHALTUNG?

v. D. Benda, leichtverständliche Einführung in methodisches Lesen und Auswerten von Industrie-Schaltungen, 96 Seiten, 66 Abbildungen, Bestell-Nr. 31-0 DM 7,80 + 1,50 Versandanteil, Vorkasse: Geldschein, Scheck, Überweisung PSchKto Hannover 730 11-307 (BLZ 250 100 30), TECHNIK-Versand-BUCHHANDEL, Reinhard Wagner, Postfach 264, 3340 Wolfenbüttel

„MICROCOMPUTER FÜR PROFIS-HOBBY"
CPU-SC/MP II 600 N-MOS. 1/4 K Ram, 1/2 K Prom. HEXA-Eingabe 20 Tasten, 6x7 Segment-Anzeige. Erweiterungsfähig. Software. Funktionsbereit DM 555,-.
Unterlagen gg. Rückporto,

COREX- GmbH

Feldstr. 25 —— 6380 Homburg



BEVOR
Sie umziehen, geben Sie uns bitte rechtzeitig Ihre neue Anschrift bekannt. Geben Sie uns dabei bitte unbedingt die Abonnementnummer oder Ihre alte Anschrift an.
DERPE—Verlag—GmbH, 5063 Overath

Die 10 neuen Kleinbausätze von JOSTY-KIT komplett mit Gehäuse

Audio-Verstärker	22,50
Mikrofonverstärker	24,50
NF Sinusgenerator	39,50
UKW TUNER	35,50
27MHz-Empfänger	39,95
27MHz-Sender	39,95
Zweitondekoder	57,50
220V Dämmerungsschalter	24,50
Vogelstimmensirene	19,95
220V-Fotozeitgeber	29,50

durch **E.FREY, Elektronik-Versand, Hangstr. 17**
6966 Seckach per NN od. Vor Kasse

krogloth electronic
Hillerstraße 6 — 8500 Nürnberg
Telefon 0911/32 83 06

HF-Leistungstransis-SSS oder Mot , keine Ersatz- toren, relays

2 N 4427	3,50	BC 107 b	0,40	E 300	1,60
2 N 6080	16,00	BC 108 b	0,50	E 310	2,15
2 N 6081	27,00	BC 109 c	0,60	2 N 918	1,00
2 N 6082	35,00	BC 140-10	1,00	2 N 1613	0,50
2 N 6083	40,00	BC 147 b	0,50	2 N 3054 RCA	2,80
2 N 6084	49,00	BC 149 b, c	0,60	2 N 3055	2,40
2 N 5944	26,50	BC 177 b	0,60	2 N 3055 RCA	3,15
2 N 5945	35,50	BC 237 b	0,40	2 N 3866	2,90
2 N 5946	47,00	BC 239 c	0,35	40673	3,75
RF 2081	59,50	BC 413 b	0,45	40841	2,50
RF 2127	126,00	BC 547 b	0,40	BF 199	0,70
SD 1087	65,00	BC 557 b	0,45	BF 900	2,80
SD 1088	75,00	BF 173	0,75	BF 905	3,10
SD 1089	85,00	BF 245 a, b	1,50	BFR 34 a	6,70
SD 1143	32,00	BFY 90	2,80	BFT 66	6,20
CA 3080	2,50	LM 3900	1,65	NE 567	5,80
CA 3085 A	7,90	LM 78...	2,50	SO 41 p	4,30
LM 309 K	3,70	LM 79...	2,70	SO 42 p	4,70
LM 703	1,80	ICL 8038	12,00	TAA 861	2,70
LM 709	0,90	ICM 7207	19,40	TBA 120	2,25
LM 723	1,70	ICM 7208	61,50	TBA 120 S	2,25
LM 741	1,00	NE 555	1,40	UAA 170	7,20
LM 1458	2,90	NE 556	4,75	UAA 180	7,20

Versand per Nachnahme oder Vorkasse (+ 2,25 Versand) kostenlos Katalog anfordern

Gratis

Amateurfunk-Handbuch

für Sie, wenn Sie sich für den Amateurfunk mit amtl. Lizenz und weltweiten Funkverkehr interessieren; für jeden, dem der freie Jedermannfunk zu wenig bietet. Information vom ISF-Lehrinstitut, 28 Bremen 34, PF 7026/ AF 104



Sammelmappe für POPULÄRE ELEKTRONIK
Eine stabile und repräsentative Sammelmappe bringt Ordnung in Ihre P.E.-Hefte. Farbe: Rot.
Lieferung durch Vorauszahlung auf Postscheckkonto Köln, 29 5790-507, DERPE-Verlag.

NEU!

MPS 2000

Mikrocomputer von einem führenden Halbleiterhersteller der USA



16.384 Bit ROM
1.536 Bit RAM

Betriebsfertiges Gerat, bestehend aus Mikroprozessor, ROM, RAM, Tastatur, 5stelligem Display, Ein- und Ausgabeleitungen. Dazu ein umfangreiches Anleitungsbuch in deutscher Sprache mit einer Einführung in die Programmier- und Mikroprozessortechnik zu einem sensationellen Preis.

MPS 2000/I DM 198,–
(wie oben beschrieben, mit Batterie-Betrieb)

MPS 2000/II DM 275,–
(zusatzlich mit eingebautem Netzteil, EPROM, Ausbaumoglichkeit zu einem mittleren Datensystem mit umfangreicher Peripherie)

Fur die Software steht ein leistungsfahiger Befehlssatz in hoherer Programmiersprache zur Verfugung, mit dem Computerspiele, Digitaluhren, Frequenzsynthesizer, Steuerungen verschiedenster Art, mathematische Routinen, logische Ablaufe usw programmiert werden können. Geeignet für Anfanger und Fortgeschrittene! Sofort bestellen bei:

Fa. KOMMERZ
Abt. Computer Service
Postfach
CH-8280 Kreuzlingen 4
Bernrain

-199.9

DVM 3 1/2 digit +/- 0,2 oder 2V
Linearität: 0,02%, Stabilität 10 ppm, Automatischer Nullpunkt, Polarität und Uberlauf. 11mm LED, R_i ⟩ 1000MΩ
U: +/- 5.....9 Volt
Bausatz 65,00 DM A-4b Fertigteil 79,00DM

Konverter für alle DVM mit AC/DC + mit Netzteil. Diese Platine erweitert alle DVM zum Multimeter.
A, V, Ω 0,2; 2,20,200,2000 mA,V,kΩ, R_i= 11MΩ 1%, TK 50
Bausatz 79,00 DM A-4c Fertigteil 79,00DM

Zähler 6-digit voll programmierbar, f_{max} 1 1 MHz (6 Stellen). Erweiterbar bis 500 MHz, Anzeige 11mm LED. U_v : 10......15V
Bausatz 69,00 DM AC-5/2 Fertigteil 79,00

Preise in DM inkl. MwSt.! Versand per Nachnahme. Katalog DM 0,90.

Steuerplatine mit Quarz und Netzteil (o.Tr.) NF-Eingang für viele Zähler. MOS-Technik
Bausatz 39,00DM ST-2 Fertigteil 49,00DM
Trafo dazu DM 8,50.

Prescaler für 200 bzw. 500MHz
-10; -100; TTL-out für alle Frequenzzahler zur Erweiterung. R_i : 50Ω, 15mV bei 100MHz. U_v : 5V
Bausatz (200) 49,00 DM PR-1 Fertigteil 57,00
Bausatz (500) 89,00 DM PR-4 Fertigt. 119.00

Frequenzzähler FZ - 2 bestehend aus PR-1, ST -2 und AC-5.
Bausatz 149,00DM FZ-2 Fertigteil 189,00

Netzgerät 1,7.......25V bei 1A (bis 5A möglich) Regelung 0,025% mit RCA-IC für Trafo 15....... ..28V/1A
Bausatz 29,50 DM N-3 Fertigteil 39,50 DM

NF-Stereo-Verstärker 2x50 Watt mit Darlington (150W-Typ!). U_v : +/- 18......28V, R_l 4.....8Ω Klirrfaktor ≤0,15%, U_{ein} : ≥1Vss
Elkoloser Ausgang
Bausatz 45,00DM NF-1 Fertigteil 68,00DM

STOLL digital-elektronik

Blücherstr. 25 · 62 Wiesbaden · Tel. 06121/45113

INSERENTEN VERZEICHNIS

INSERENTEN VERZEICHNIS

KLEINANZEIGEN

Kleinanzeigen in POPULÄRE ELEKTRONIK kosten je Zeile DM 5,00 inkl. MwSt. Eine Zeile umfaßt ca. 21 Zeichen und Buchstaben (inkl. Zwischenräume).
Die Plazierung erfolgt nach Vorauszahlung auf unser Postscheckkonto Köln, Nr. 29 57 90-507, DERPE-Verlag.



Anschriftenänderungen geben Sie uns bitte rechtzeitig bekannt.
Vergessen Sie dabei bitte nicht Ihre alte Anschrift oder Ihre Abonnementnummer anzugeben.
Oder: Senden Sie uns einfach den Adressaufkleber der letzten Ausgabe und die neue Anschrift.
DERPE-Verlag-GmbH,
5063 Overath

1-Kanal-Modul, 1000 W 220 V . . . . . . a DM 6,90
ab 10 Stück . . . . . . a DM 5,80
Mikrofonlichtorgel, 3x 1000 W, 220 V, 3 Kanäle,
Bausatz . . . . . . DM 39,50
Passendes Gehäuse . . . . . . DM 9,50
Fertigbaustein . . . . . . DM 49,20
Pausenkanal, 1000 W, f. samtl. Lichtorgeln, Bs DM 12,95
RC-Tongenerator, 35 Hz-40 kHz, Sinus 0,8% Klirrfaktor,
Bausatz DM 23,50 Passendes Gehäuse DM 8,90
Netzteil für RC-TG, Bausatz DM 8,15
TCA 730/740, Klangregelteil mit IC von Valvo, kompletter Bausatz mit Potentiometer, Stereoausführung DM 44,25

Elektorglocke, 8 verschiedene Töne, Bausatz DM 29,95
10-Kanal-Lauflicht, 10x 500 W, 220 V, Bausatz DM 52,50
Passendes Gehäuse DM 9,50
15-W-Hi-Fi-Endstufe, 15 Hz 80 kHz, 0,1% Klirrf DM 27,50
Netzgerät, 0-22 V stufenlos regelbar, max 2 A,
Bausatz DM 18,95
Passender Netztrafo, 24 V, 1,7 A DM 14,95
Halbleiter Vergleichsliste, 13 000 Halbleiter DM 4,95
Lichtschranke mit Relais, 1200 W belastbar, Bs DM 11,50
Elektron. Würfel, mit roten LED Anzeigen, Bs DM 9,80
Passendes Gehäuse für Würfel DM 5,20
3fach-Sirene, auf- u. abschwellender Sirenenton, Impulston, Dauerton, mit Endstufe, Bausatz DM 12,95
Sensor-Tip-Schalter mit Relais zum Ein-/Ausschalten von Geräten, Schaltleistung max 2600 W, 220 V Bs DM 12,65
Telefonverstärker, Fertiggerät . . . . . DM 24,95
Elektronischer Nachhall, in jedes Gerät einbaubar, f. Stereo u. Monogeräte, Hall regelbar, Bausatz DM 23,95
Hallspirale RE-4 DM 15,00 **Hallspirale RE-6** DM 11,50
Elektronischer Lesley, Bausatz DM 23,95

Elektrische Luftpumpe, max 1,2 atü für 12 V Autoansch DM 35,95
309 K Netzteil für TTL Stromversorgung Ausg 5 V 1 A,
Bausatz DM 16,95
Passender Netztrafo für Netzteil 309 K DM 12,85
Funkschalter zur drahtlosen Fernsteuerung ca 80 m Reichweite, 220 V Netzteil eingebaut, mit Sender kp DM 89,50
Transistorzündung, 12 V für Pkw sämtlicher Fabrikate,
Bausatz DM 27,50
Lichtdimmer, 400 W, zum Unterputzeinbau betriebsbereit DM 19,95

Cu-kasch. HP-Platten, Sortiment ca 500 g/m DM 2,50
Cu-kasch. HP-Platten, Sortiment 1 kg . . . DM 10,00
Mini-Zähler, Funkschau 10 Hz 5 MHz Bausatz DM 172,00
Passender Gehäusebausatz für Mini Zähler DM 24,90
Sinclair-Multimeter DM 2, komplett DM 380,00

Preisschlager aus Eigenimporten.
Digitaluhr mit 6 Funktionen Edelstahlarmband, verstellbar Schnellverschluß 1/2 Jahr Garantie Stunden Minuten Sekunden, Tag, Monat Datum
DG Uhr DM 49,00
ab 3 Stück a DM 45,00
Digitallichtorgel, 3 Kanäle B. DM 59,00
Digitallichtorgel, 3 Kanäle Bst DM 74,00
Digitallichtorgel, 4 Kanäle 4x 1000 W
Bausatz DM 64,95
Digitallichtorgel, 4 Kanäle 4x 1000 W
Fertigbaustein DM 79,00

LIGHT 2000 das Lichtsteuergerät der Superlative Das 4kanalige Gerät hat pro Kanal eine Belastbarkeit von 2000 Watt, 4 Triacs auf Fingerkühlkörper. Auf die Grundplatte werden 5 Baugruppen (Module) mit Steckerleisten aufmontiert. Das Light 2000 bietet folgende Möglichkeiten: a) analoge Lichtorgel (frequenzselektiv), b) 4 Kanal Digitallichtorgel, c) 4 Kanal Lauflicht mit Hellsteuerung oder Dunkelsteuerung, d) 4-Kanal-Lauflicht mit Musikansteuerung, e) sämtliche oben aufgeführten Variationen können gedimmert werden. Das Light 2000 arbeitet mit Nullpunktsteuerung. Dadurch ist ein vollkommen Störungsfreier Betrieb möglich. Das ideale Gerät für Musiker und Diskotheken, 13seitige Beschreibung. Best 22 IC, 10 Transistoren, 4 Triacs, 3 Regler, 1 Tastensatz
Bausatz LIGHT 2000 . . . . . . DM 249,00
Fertigbaustein . . . . . . DM 298,00
Platinensatz (6 Stück) mit 13seitiger ausführlicher Beschreibung mit Bauanleitung Oszillogrammen usw DM 38,00
Fertiggerät LIGHT 2000 im Profilgehäuse Kunstleder mit 4 Doppelsteckdosen Frontpl (Aluminium schw) DM 598,00

Lichtschweller, Frequenz von 0,3-5 Hz stufenlos einstellbar. Die Lichtintensität geht von Dunkel bis volle Helligkeit. Das Licht blinkt also nicht, sondern schwillt langsam an und wieder aus. Die Frequenz dieses Vorganges läßt sich mit einem Potentiometer einstellen. Am Ausgang kann man 220 V Lampen max 1000 W anschließen. Steuerung durch Triac. Bausatz Lichtschweller DM 26,95

LO 42, 4-Kanal-Digitallichtorgel mit Selbststeuerung, Pauselicht, 3 Regler für Empfindlichkeit, Lauflichtgeschwindigkeit und Umschaltung Digit Dual/auflicht. Bei Mittelstellung ergibt sich die Variante Lauflicht mit Musikansteuerung. Triacsteuerung, pro Kanal 1000 W Spitze belastbar, mit Netzteil, Knöpfen, usw
Bausatz LO 42 4 Kanal DM 76,00
Fertigbaustein LO 42 DM 89,00
Passendes Gehäuse DM 9,50
Fertiggerät LO 42 DM 169,00

LOB 14, 3 Kanal Lichtorgel frequenzselektiv, 4 Regler (3 Kanalregler, 1 Vorregler), Sicherung mit Achsen und Knöpfen, Spezial NF-Übertrager, dadurch spricht diese Lichtorgel bei kleiner Lautstärke voll an. Platine 20 x [illegible] cm. Leistung 3x 1000 W 220 V
Bausatz LOB 14 DM 22,95
Fertigbaustein LOB 14
Passendes Gehäuse mit Frontplatte DM 9,50
Betriebsbereit im Gehäuse mit LOB 14 DM 34,50

NEU: [illegible] Lichtorgel [illegible] LOB 14 [illegible] komplett mit [illegible] Knöpfen, Potis usw 3x 1000 W
Bausatz LOB 10 DM 19,95
Fertigbaustein DM 24,50
[illegible] Frontplatte DM 5,95

20 W Edwin mit Klangregelteil, 20 W sin., 20 Hz-20 kHz 0,5% Klirrfaktor, Höhen Tiefenregelung + 18 dB
Bausatz 20 W Edwin mit Potis Mono . . . . . . DM 29,75
Bausatz 20 W Edwin mit Potis Stereo . . . . DM 59,50
Fertigbaustein 20 W Edwin mit Potis . . . . DM 39,95
Netzteil Mono und Stereo . . . . . . DM 22,50
Stereoentzerrer für 20 W Edwin DM 14,90

30-W-HiFi-Endstufe TE 30
Hi Fi 30 W Sinus Endstufe, 20 bis 20 kHz, 0,8%, 1 V/50 K, Betriebsp 30-40 V, 7 Halbleitern, NTC usw
Bausatz TE 30 DM 29,85
2 Stück DM 55,00
Mononetzteil DM 22,50
Stereonetzteil DM 28,50

40-W-Edwin-Endstufe, 1000fach bewährt, kurzschlußfest, keine Ruhestromeinstellung, 25 Hz-1,2 MHz, 0,1% Klirrfaktor 1V/50 kOhm, Betriebsspannung 42 V
Bausatz 40 W Edwin DM 39,50
2 Stück DM 77,00
Mononetzteil DM 34,50
Stereonetzteil DM 45,50

100-W-EQUA-Verstärker, 20 Hz 60 kHz, Klirrfaktor kleiner 0,07%, dauerkurzschlußsicher, Betriebsspannung 60-80 V, 14 Halbleiter, Hochleistungskühlkörper, U eing 0,5 V
100 W Endstufe Bausatz DM 55,00
Fertigbaustein EQUA 100 geprüft DM 88,00
Mononetzteil DM 52,00 Stereonetzteil DM 74,00

Hochwertiger Stereo-Verstärker 100
Stereo Vorverstärker für sämtliche Endstufen geeignet. 4 Umschaltbare Eingänge für Tonband, Tuner, magn. Plattenspieler, frei Lautstärke, Höhen, Tiefen, Balanceregler u. Drucktasten auf der Platine. Höhen Tiefenregelung + 20 dB, 15 bis 70 kHz, 25-60 V

Bausatz Vorverstärker 100 mit Potis und Tasten DM 59,50

Klangfilterplatine KBK
4 Tasten für Rausch-Rumpel Sprache Basisbreite Poti für Basisbreite, mit Kopfhörerausg., 14 Halbleiter
Bausatz KBK DM 33,95

Audioskop zum Sichtbarmachen von NF-Signalen aus Tonb., Plattenspieler, Radio, aus dem Fernsehschirm, Bs. DM 14,25
Geräuschschalter mit Kristallmikrofon, Bausatz DM 32,95
Passendes Gehäuse dazu DM 9,50

Fernsehspiel Viedeo 3000, komplett DM 189,00
Netzteil dazu DM 18,00
Fernbedienung DM 39,50
Gewehr DM 78,00

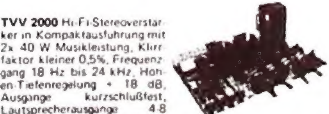
60-W-Siemens-Endstufe, 10 Hz-30 kHz, 0,4% Klirrfaktor DM 47,90
Netzteil Mono DM 37,95
Netzteil Stereo DM 56,00

Fingerkühlkörper, TO 3 Lochung DM 1,00
BC237, BC 238, BC 239 C, BC 307
10 St. **DM 3,00** 100 St. **DM 25,00** 1000 St. **DM 200,00**
Auch gemischter Abnahme möglich!
Thyristoren, 400 V, 6 A, Plastik à DM 1,95
ab 10 Stück à DM 1,50
Triacs, 400 V, 6 A, TO 66, Metallgehäuse à DM 2,95
ab 10 Stück à DM 2,20

UKW-Sender HF 65, 60-145 MHz, Bausatz DM 24,00
UKW-Empfänger, Bausatz DM 26,50
Antennenverstärker HF 395, Bausatz DM 14,95
Antennenverstärker, betriebsb. f. Auto, m. Kabel DM 21,95
Netzteil 1341, 5-25 V, 4 A stufenl. regelb., Bs. DM 39,20
Passender Netztrafo für 1341, 4 A DM 29,50

Lautsprecherbespannstoff, 75 cm breit, schwarz, beige, 1 m DM 9,25
CA 3086, Original-RCA, Sonderpreis DM 1,85
Netztrafos für gedr. Schaltung EJ 30, 12 V, 1 VA DM 4,25
6 V, 1 A DM 4,25

2x 5 V, 2x 250 mA	6,95	2x 12 V, 2x 200 mA	7,95
2x 12V, 2x 1 A, M 55	13,95	2x 12V, 2x 1,7A, M65	13,95
1x 8 V, 3 A, M 55	11,95	1x 33 V, 3 A, M 65	23,95
2x 33 V, 2x 3 A, M 85	32,00	2x 24V, 2x 3A, M85	32,00
1x 42 V, 2 A, M 74	24,50	2x 42 V, 4 A, M 85	32,00
1x 24 V, 4 A, M 74	29,50	1x 18 V, 2 A, M 55	13,95



TVV 2000 Hi-Fi-Stereoverstärker in Kompaktausführung mit 2x 40 W Musikleistung, Klirrfaktor kleiner 0,5%, Frequenzgang 18 Hz bis 24 kHz, Höhen-Tiefenregelung ± 18 dB, Ausgänge kurzschlußfest, Lautsprecherausgänge 4-8 Ohm. Die vier Diodenbuchsen, zwei Lautsprecherbuchsen, 4fach-Tastensatz und die vier Stereopotentiometer für Lautstärke-, Höhen-, Tiefen- und Balanceregelung werden auf die Platine gelötet. Es sind keinerlei Verdrahtungs- und Abgleicharbeiten nötig. Vier umschaltbare Eingänge für Mikrofon, Magnet- und Kristallplattenspieler, Tonband oder Tuner. Platine 28 x 20 cm. Der Platz für den Netztrafo ist aus der Platine ausgesägt.
Bausatz TVV 2000 mit Netzteil komplett DM 159,00
Fertigbaustein TVV 2000, Geprüft DM 199,00

LO 77: Lichtorgel wie LOB 14, jedoch komplett mit gestanztem Gehäuse für 3 Einbausteckdosen, NF Buchse, Netzkabeldurchführung, 4 Löcher an der Frontplatte für Regler, Netzkabel, 3adrig
Bausatz LO 77 DM 44,95
Fertiggerät LO 77 DM 59,00
Gestanztes Gehäuse leer DM 12,95
Passende Steckdosen DM 2,50

Entstörsatz für sämtliche Lichtorgeln geeignet, bestehend aus Drossel und Entstörkondensator und Einbauanleitung, auch für Dimmer.
Entstörsatz 1 Stück **DM 3,95** 3 Stück **DM 11,00**

Neu ab DM 9,90 Comptalux color Reflektorlampe, rot, weiß, gelb, grün, blau **DM 11,50**
Neu ab DM 9,90 Comptalux color Reflektor ab 12 Stück à **DM 9,90**
AFS-Strahlerfassung alls. schwenkb., Fassung Alu, Fuß Kunststoff, für Decken- oder Wandmontage, E 27 DM 11,50
ab 12 Stück ab DM 9,90

NEU! Digitaluhr mit Wecker, Typ 2020
DM 66,00. Kompl. Bausatz mit 7-Seg.-ment-Anzeige, 12,5 mm, grün blau, alle Bauteile, mit Leiterpl., Netztrafo, IC usw., mit Netzausfallanzeige, 24-Std.-Betrieb, 24 Std.-Wecker, Schlummerautom., Std. Min., od. Min. Sek.-Anzeige (umschaltbar), autom. Helligkeitsregelung, verwendbar als Stopuhr, netzsynchron, 220 V DM 66,00
Gehäuse mit Scheibe und Netzkabel DM 10,50
Digitaluhr-Baus. wie ob., jed. o. Wecker, DU 2000 DM 48,80
Gehäuse, Kunststoff, mit Scheibe DM 7,90

Netzgerät 723, Spannung regelbar 2-37 V, max. Strom 3 A, Restbrumm 100 uV, IC geregelt, eingeb. Strombegrenzung, Bausatz DM 28,95
Trafo 24 V, 1,7 A (Regelbereich 2-28 V, 1,7 A) DM 13,95
Trafo 33 V, 2 A (Regelbereich 2-37 V, 2,0 A) DM 24,50
Scharzlicht, Lampe, 220 V, 75 W, Fassung E 27 normal, kein Vorschaltgerät erforderlich DM 5,90
ab 10 Stück à DM 4,80

TRIAC-BLINKLICHT (Lichtpulser) Stroboskop für normale 220 V-Glühlampen, bis 500 W belastbar.
Bausatz Lichtpulser DM 14,50

Elektronische Sirene, 6-15 V, auf- und abschwellender Ton für Alarmanlage, Modellbau usw. Bausatz DM 12,00
Magna Flash, Lichtblitzstroboskop wie Abb. 3.17 mal regelb., betriebsber. Ger. DM 79,25
Lichtblitzstroboskop, Frequenz 1-10 Hz regelbar, 220 V, Hochleistungsblitzröhre
Bausatz 80 W/sek. DM 31,50
125 W/sek. DM 38,50

Hi-Fi-Verstärker 4-100 W
4-W-IC-Verstärker 6-12 V, 40 Hz-14 kHz, 1% Kl.
Bausatz TV 4 **DM 13,50** Baustein TV 4 **DM 18,50**
10-W-IC-Verstärker, 12-24 V, 40 Hz-15 kHz, 0,8% Kl., U eing. 50 mV!
Bausatz TV 10 **DM 17,95** Baustein TV 10 **DM 24,50**



Akustischer Schalter (Geräuschschalter) Empfindlichkeit einstellbar auf div. Geräusche (z.B. Klatschen usw.) oder auf Signale des mitgelief. Pfeiftongebers. Netzanschl. 220 W. Man kann Geräte wie Fernseher, Licht, Tonband usw. bis max. 500 W anschließen.
Klatschschalter komplett à DM 36,35
ab 3 Stück à DM 34,35
ab 10 Stück à DM 28,00
bei größeren Stückzahlen bitte Angebot anfordern

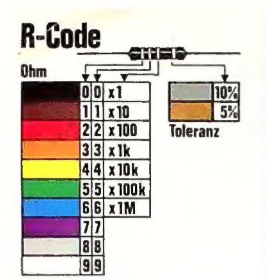
3-Kanallichtorgel, 3x 1000 W mit NF Automatik, Triacsteuerung, aktiven RC Filtern (2 Transistoren je Kanal), Netzteil, NF-Vorverstärker, Sicherung, Eingangsempfindlichkeit 0,1 W!
Bausatz LOB 3/1000 AV DM 42,50
Baustein DM 54,00
Passendes Gehäuse, Plastik m. beschr. Frontplatte DM 9,50
LOB 5/1000 AV. Daten wie oben, jedoch 5 Kanäle.
Bausatz LOB 5/1000 AV DM 56,90
Baustein DM 68,00
Passendes Gehäuse mit beschrifteter Front DM 9,50

Lauflichtsteuergerät, 4-Kanal, 4x 500 W. Vier Kanäle werden nacheinander durchgesteuert, Frequenz 1-10 Hz regelbar
Baustatz LFL DM 42,00
Baustein DM 52,00
Passendes Gehäuse m. beschr. Frontplatte DM 9,50

DISCO-LICHTORGEL 10, 3-Kanal-Lichtorgel, Baugruppe LOB 3/1000 AV, jedoch mit Schieberegler, mit Pultgehäuse, das komplett gestanzt und beschriftet ist, 3 Schukosteckdosen an der Rückseite, 3adriges Netzkabel. Gehäuse 215 x 130 x 75.
Bausatz DISCO-LICHTORGEL DM 77,85
Fertiggerät Disco 10 DM 128,00

Disco-Lichtorgel 20, Baugruppe wie LOB 14, Gehäuse, Frontplatte usw. wie Disco 10.
Bausatz Disco-Lichtorgel 20 DM 62,95
Fertiggerät Disco-Lichtorgel 20 DM 99,95
Bitte kostenlos Katalog anfordern!
Wiederverkäufer bitte Händlerliste anfordern!

SCHUBERTH electronic
8660 Münchberg
Postfach 525 - Tel. 09251/6393



DERPE-VERLAG-GMBH ● Postfach 1366 ● 5063 Overath
Postvertriebsstück -G 4460 EX- Gebühr bezahlt